

明 細 書

円偏波アンテナ及びそれを用いるレーダ装置

技術分野

- [0001] 本発明は高性能化、高い量産性及び低コスト化を実現するための技術を採用した円偏波アンテナ(circularly polarized antenna)及びそれを用いるレーダ装置に係り、特に、車載レーダ(automotive radars)として今後使用されるUWB(Ultra-wideband)レーダに適した円偏波アンテナ及びそれを用いるレーダ装置に関する。

背景技術

- [0002] 主に、車載用あるいは携帯用の短距離用レーダ(short range radar:SRR)として、22～29GHzの準ミリ波帯を使用するUWBを利用することが提案されている。
- [0003] このUWBで使用されるレーダ装置のアンテナとしては、放射特性が広帯域であることの他に、車載時に、例えば、車体とバンパーとの隙間等に設置されることを考慮して、小型で且つ薄型平面構造であることが必要である。
- [0004] また、このアンテナとしては、UWBで規定されている微弱電波で探査が行え、バッテリ駆動可能なように無駄な電力消費を抑えるために、低損失、高利得が要求されており、そのためにアレー化を容易に達成できることが必要である。
- [0005] また、このアンテナとしては、低コスト化のために、アンテナ素子の給電部がパターン印刷技術で製作できることが望ましい。
- [0006] さらに、レーダについて言えば、2次反射波の影響を受けないように、交差偏波成分の小さい円偏波を採用することが望まれる。
- [0007] ところで、前述のように、UWBレーダでは22～29GHz帯を使用することになっているが、この帯域の中には電波天文や地球探査衛星業務(EESS)のパッシブセンサを保護するためのRR電波発射禁止帯(23.6～24.0GHz)が含まれている。
- [0008] 2002年、FCC(米国連邦通信委員会)は、次の非特許文献1において、22～29GHzに置ける平均電力密度を -41.3dBm 以下、ピーク電力密度が $0\text{dBm}/50\text{MHz}$ とする規定を公開している。

[0009] この規定の中には、前記EESSへの電波干渉を抑えるため、仰角サイドローブを数年毎に -25dB から -35dB へと低減することも併せて規定されている。

非特許文献1:FCC 02-48 New Part 15 Rules, FIRST REPORT A ND ORDER

[0010] しかしながら、これを実現するためには、UWBレーダに用いるアンテナの垂直方向の寸法が大きくなり、一般の乗用車に搭載することが困難になることが想定される。

[0011] このため、FCCは、アンテナのサイドローブに頼らない方法として、2004年に下記非特許文献2で、前記RR電波発射禁止帯の放射電力密度をこれまでより 20dB 小さい -61.3dBm/MHz とする改定ルールを追加している。

非特許文献2:“Second Report and Order and Second Memorandum Opinion and Order” FCC 04-285, Dec. 16, 2004

[0012] 従来のUWBレーダは、連続発振器からの連続波(CW)を半導体スイッチでオン／オフする方式を採用している。

[0013] この方式では、スイッチのアイソレーションの不完全性により、大きな残留キャリアが発生するため、図21に破線で示すように、前記残留キャリアを、ドップラーレーダ用に割り当てられている $24.05\sim 24.25\text{GHz}$ のSRD(Short Range Device)バンドに避難させている。

[0014] しかしながら、SRDバンドは前記RR電波発射禁止帯と極めて接近しており、EES Sなどとの干渉が避けられないという深刻な問題がある。

[0015] この問題を解決するため、下記の非特許文献3に示すバースト発振器をUWBレーダに用いる方法が提案されている。

非特許文献3:“Residual-carrier free burst oscillator for automotive UWD radar applications,”Electronics Letters, 28 th April 2005, Vol. 41, No. 9

[0016] バースト発振器はパルスがオンのときのみ発振し、オフでは発振が停止するもので、このようなバースト発振器をUWBレーダに使用すれば残留キャリアは発生しない。

[0017] このため、任意のスペクトル配置ができるので、図21に実線で示すような帯域をUWBレーダに用いることができる結果、RR電波発射禁止帯での放射電力密度を十分

低く抑えることが可能となる。

[0018] しかし、バースト発振器のみで上記の放射電力密度をスペクトルピークより20dB以上低くするのは容易でない。

[0019] この場合、もし、アンテナが上記RR電波発射禁止帯で利得に鋭い落ち込み(ノッチ)を持つ特性を有するものであれば、このアンテナを前記バースト発振器と組み合わせて使用することにより、FCCの新規定を満たすUWBレーダを実現することができる。

[0020] 本発明は、このようなRR電波発射禁止帯に利得のノッチを有するUWBレーダ用として好適なアンテナを提供することを意図している。

[0021] これらの諸要求を満足するアンテナとして、まず、第1に、広帯域の薄型平面アンテナを実現する必要がある。

[0022] 薄型平面アンテナとしては、誘電体基板上に矩形や円形の平板状のアンテナ素子をパターン形成して構成した所謂パッチアンテナが知られている。

[0023] しかるに、このパッチアンテナは一般的に狭帯域であり、これを広帯域化するためには、誘電率の低い基板を用い、その厚さを厚くしなければならない。

[0024] また、準ミリ波帯で使用するには低損失の基板が必要であり、このような基板としてテフロン(登録商標)が知られている。

[0025] しかるに、このテフロンは金属膜の接合に難点があるため、アンテナの製作が難しく、コスト高になるという問題がある。

[0026] また、広帯域な円偏波アンテナとして、次の非特許文献4には、比較的厚い誘電体基板上にスパイラルのアンテナ素子を設けたものが発表されている。

非特許文献4: Nakano et al. "Tilted- and Axial-Beam Formation by a Single-Arm Rectangular Spiral Antenna With Compact Dielectric Substrate and Conducting Plane", IEEE Trans. AP, vol. 50, No. 1, pp. 17-23 Jan. 2002

[0027] スパイラルアンテナは、一般的には、一対のスパイラルエレメントを有する平衡型のアンテナである。

[0028] しかるに、上記非特許文献4では、これを1本のスパイラルエレメントで構成し、バラ

ン(balun)不要の不平衡給電(unbalanced feed)を可能にしている。

発明の開示

- [0029] しかしながら、上記非特許文献4のアンテナの場合、誘電体の大きさが $\lambda/2$ 程度であり、アレー構造とする場合、この誘電体のブロックを一定の距離をおいて複数配列しなければならず、構造的に量産に適さない。
- [0030] また、共通の誘電体基板上にスパイラルエレメントを複数配置することも可能であるが、前記したように、誘電体基板の厚さが大(波長に比べて無視できない厚さ)の場合、誘電体基板表面に沿って伝搬する表面波が励振されて、各エレメントが表面波の影響を互いに受けて所望の特性が得られない。
- [0031] なお、この表面波は、前記したパッチアンテナの場合でも、広帯域化のために基板の厚さを増すことによって発生する。
- [0032] 本発明の目的は、上述したような表面波による影響を抑え、広帯域にわたって良好な放射特性を有し、且つRR電波発射禁止帯における放射を抑圧すると共に、高い量産性および低コスト化を実現することが可能な円偏波アンテナ及びそれを用いるレーダ装置を提供することである。
- [0033] 前記目的を達成するために、本発明の第1の態様によると、
誘電体基板(21、21'、21'')と、
前記誘電体基板の一面側に重合される地板導体(22、22')と、
前記誘電体基板の反対面に形成された円偏波型のアンテナ素子(23、23')と、
それぞれの一端側が前記地板導体に接続され、前記誘電体基板をその厚さ方向に沿って貫通し、且つそれぞれの他端側が前記誘電体基板の反対面まで延びて、前記アンテナ素子を囲むように所定間隔で設けられることにより、キャビティを構成する複数の金属ポスト(30)と、
前記誘電体基板の反対面側に、前記複数の金属ポストの各他端側をその並び方向に沿って短絡し、且つ前記アンテナ素子方向に所定距離延びて設けられる棒状導体(32、32')とを具備する円偏波アンテナが提供される。
- [0034] また、前記目的を達成するために、本発明の第2の態様によると、
前記アンテナ素子が、所定の偏波回転方向を有すると共に、スパイラルの中心側

端部を有する方形スパイラル型または円形スパイラル型に形成され、

前記方形スパイラル型または円形スパイラル型に形成された前記アンテナ素子の前記スパイラルの中心側端部に一端側が接続されて前記誘電体基板及び前記地板導体を貫通して設けられる給電ピン(25)をさらに具備することを特徴とする第1の態様に従う円偏波アンテナが提供される。

[0035] また、前記目的を達成するために、本発明の第3の態様によると、

前記誘電体基板に形成される前記アンテナ素子と該アンテナ素子の前記スパイラルの中心側端部に一端側が接続される前記給電ピンとがそれぞれ複数組設けられ、前記複数組の各アンテナ素子の前記所定の偏波の回転方向がそれぞれ同一の偏波の回転方向に形成され、

前記キャビティを構成する複数の金属ポスト及び前記枠状導体が前記複数組の各アンテナ素子を囲むように格子状に形成され、

前記地板導体側に設けられ、前記複数組の各アンテナ素子に前記複数組の給電ピンを介して励振信号を分配供給するための給電部(40)をさらに具備することを特徴とする第2の態様に従う円偏波アンテナが提供される。

[0036] また、前記目的を達成するために、本発明の第4の態様によると、

前記給電部は、前記地板導体を挟んで前記誘電体基板の反対側に設けられた給電用誘電体基板(41)と、前記給電用誘電体基板の表面に形成されたマイクロストリップ型の給電ライン(42)とにより構成されていることを特徴とする第3の態様に従う円偏波アンテナが提供される。

[0037] また、前記目的を達成するために、本発明の第5の態様によると、

前記複数組の各アンテナ素子は、前記誘電体基板の反対面に直交する軸回りにそれぞれ同一の配置角及び互いに異なる配置角との少なくとも2種類の異なる配置角を有して形成されており、

前記給電部は、前記複数組の各アンテナ素子のうち、前記配置角が同一の各アンテナ素子間では、前記励振信号を同相で分配供給すると共に、前記配置角が異なるアンテナ素子間では、前記励振信号を互いの主偏波成分が同相で且つ交差偏波成分が逆相で分配供給することを特徴とする第3の態様に従う円偏波アンテナが提

供される。

[0038] また、前記目的を達成するために、本発明の第6の態様によると、

前記方形スパイラル型に形成される前記アンテナ素子は、所定の素子幅 W で基本長を a_0 とし、該 a_0 並びに a_0 の整数倍の長さの線路を90度の角度毎に配置して構成する方形スパイラル状に接続される所定の巻き数の方形スパイラル型のアンテナ素子として形成されることを特徴とする第2の態様に従う円偏波アンテナが提供される。

[0039] また、前記目的を達成するために、本発明の第7の態様によると、

前記円形スパイラル型に形成される前記アンテナ素子は、所定の素子幅 W 及び所定のスパイラル間隔 d で且つ基準点からの所定の半径初期値 SR で円形スパイラル状に接続される所定の巻き数を有する円形スパイラル型のアンテナ素子として形成されることを特徴とする第2の態様に従う円偏波アンテナが提供される。

[0040] また、前記目的を達成するために、本発明の第8の態様によると、

前記アンテナ素子として、所定の偏波回転方向を有する第1の円偏波型のアンテナ素子(23、23')と、前記所定の偏波回転方向と逆方向の偏波回転方向を有する第2の円偏波型のアンテナ素子(23'、23)とが前記誘電体基板(21'')に形成され、

前記複数の金属ポスト(30)が、それぞれの一端側が前記地板導体に接続され、前記誘電体基板をその厚さ方向に沿って貫通し、且つそれぞれの他端側が前記誘電体基板の反対面まで延びて、前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子とを分離して囲むように所定間隔で設けられることにより、それぞれ、分離したキャビティを構成し、

前記棒状導体(32、32')として、それぞれ、前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子とを分離して囲むように所定間隔で設けられる前記複数の金属ポストの各他端側をその並び方向に沿って短絡し、且つ前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子方向に所定距離延びて前記誘電体基板の反対面側に第1の棒状導体(32)及び第2の棒状導体(32')とが設けられることを特徴とする第1の態様に従う円偏波アンテナが提供される。

- [0041] また、前記目的を達成するために、本発明の第9の態様によると、
前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子の一方がレーダ装置(50)の送信アンテナ(51)として適用され、他方が前記レーダ装置(50)の受信アンテナ(52)として適用されことを特徴とする第8の態様に従う円偏波アンテナが提供される。
- [0042] また、前記目的を達成するために、本発明の第10の態様によると、
前記キャビティ及び棒状導体とで共振器を構成し、前記共振器と前記アンテナ素子との構造パラメータを調整して、前記共振器の共振周波数を所望の値に設定することにより、当該円偏波アンテナの利得が所定範囲で低下する周波数特性となるようにしたことを特徴とする第1乃至第9の態様のいずれか一に従う円偏波アンテナが提供される。
- [0043] また、前記目的を達成するために、本発明の第11の態様によると、
前記構造パラメータは、前記キャビティの内寸 L_w 、前記棒状導体のリム幅 L_r 、前記アンテナ素子の巻数、前記アンテナ素子の基本長 a_0 、前記アンテナ素子の線路幅 W の少なくとも一つを含むことを特徴とする第10の態様に従う円偏波アンテナが提供される。
- [0044] また、前記目的を達成するために、本発明の第12の態様によると、
レーダパルスを送信アンテナ(51)を介して空間へ放射する送信部(54)と、
前記空間から戻ってくる前記レーダパルスの反射波を受信アンテナ(52)を介して受信する受信部(55)と、
前記受信部からの受信出力に基づいて前記空間に存在する物体を探索する解析処理部(56)と、
解析処理部からの出力に基づいて前記送信部及び受信部の少なくとも一方を制御する制御部(53)とを具備し、
前記受信アンテナ及び送信アンテナが、所定の偏波回転方向を有する第1の円偏波型のアンテナ素子(23、23')及び前記所定の偏波回転方向と逆方向の偏波回転方向を有する第2の円偏波型のアンテナ素子(23'、23)で構成され、前記第1及び第2の円偏波型のアンテナ素子が、それぞれ、

誘電体基板(21、21'、21'')と、
前記誘電体基板の一面側に重合される地板導体(22、22')と、
前記誘電体基板の反対面に形成された円偏波型のアンテナ素子(23、23')と、
それぞれの一端側が前記地板導体に接続され、前記誘電体基板をその厚さ方向に沿って貫通し、且つそれぞれの他端側が前記誘電体基板の反対面まで延びて、前記アンテナ素子を囲むように所定間隔で設けられることにより、キャビティを構成する複数の金属ポスト(30)と、

前記誘電体基板の反対面側に、前記複数の金属ポストの各他端側をその並び方向に沿って短絡し、且つ前記アンテナ素子方向に所定距離延びて設けられる棒状導体(32、32')とを具備し、

前記複数の金属ポスト(30)が、それぞれの一端側が前記地板導体に接続され、前記誘電体基板をその厚さ方向に沿って貫通し、且つそれぞれの他端側が前記誘電体基板の反対面まで延びて、前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子とを分離して囲むように所定間隔で設けられることにより、それぞれ、分離したキャビティを構成し、

前記棒状導体(32、32')として、それぞれ、前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子とを分離して囲むように所定間隔で設けられる前記複数の金属ポストの各他端側をその並び方向に沿って短絡し、且つ前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子方向に所定距離延びて前記誘電体基板の反対面側に第1の棒状導体(32)及び第2の棒状導体(32')とが設けられていることを特徴とするレーダ装置(50)が提供される。

[0045] また、前記目的を達成するために、本発明の第13の態様によると、

前記アンテナ素子が、所定の偏波回転方向を有すると共に、スパイラルの中心側端部を有する方形スパイラル型または円形スパイラル型に形成され、

前記方形スパイラル型または円形スパイラル型に形成された前記アンテナ素子の前記スパイラルの中心側端部に一端側が接続されて前記誘電体基板及び前記地板導体を貫通して設けられる給電ピン(25)をさらに具備することを特徴とする第12の態様に従うレーダ装置(50)が提供される。

- [0046] また、前記目的を達成するために、本発明の第14の態様によると、
前記誘電体基板に形成される前記アンテナ素子と該アンテナ素子の前記スパイラルの中心側端部に一端側が接続される前記給電ピンとがそれぞれ複数組設けられ、
前記複数組の各アンテナ素子の前記所定の偏波の回転方向がそれぞれ同一の偏波の回転方向に形成され、
前記キャビティを構成する複数の金属ポスト及び前記棒状導体が前記複数組の各アンテナ素子を囲むように格子状に形成され、
前記地板導体側に設けられ、前記複数組の各アンテナ素子に前記複数組の給電ピンを介して励振信号を分配供給するための給電部(40)をさらに具備することを特徴とする第13の態様に従うレーダ装置(50)が提供される。
- [0047] また、前記目的を達成するために、本発明の第15の態様によると、
前記給電部は、前記地板導体を挟んで前記誘電体基板の反対側に設けられた給電用誘電体基板(41)と、前記給電用誘電体基板の表面に形成されたマイクロストリップ型の給電ライン(42)とにより構成されていることを特徴とする第14の態様に従うレーダ装置(50)が提供される。
- [0048] また、前記目的を達成するために、本発明の第16の態様によると、
前記複数組の各アンテナ素子は、前記誘電体基板の反対面に直交する軸回りにそれぞれ同一の配置角及び互いに異なる配置角との少なくとも2種類の異なる配置角を有して形成されており、
前記給電部は、前記複数組の各アンテナ素子のうち、前記配置角が同一の各アンテナ素子間では、前記励振信号を同相で分配供給すると共に、前記配置角が異なるアンテナ素子間では、前記励振信号を互いの主偏波成分が同相で且つ交差偏波成分が逆相で分配供給することを特徴とする第14の態様に従うレーダ装置(50)が提供される。
- [0049] また、前記目的を達成するために、本発明の第17の態様によると、
前記方形スパイラル型に形成される前記アンテナ素子は、所定の素子幅Wで基本長を a_0 とし、該 a_0 並びに a_0 の整数倍の長さの線路を90度の角度毎に配置して構成する方形スパイラル状に接続される所定の巻き数の方形スパイラル型のアンテナ素

子として形成されることを特徴とする第13の態様に従うレーダ装置(50)が提供される。

- [0050] また、前記目的を達成するために、本発明の第18の態様によると、
前記円形スパイラル型に形成される前記アンテナ素子は、所定の素子幅 W 及び所定のスパイラル間隔 d で且つ基準点からの所定の半径初期値 SR で円形スパイラル状に接続される所定の巻き数を有する円形スパイラル型のアンテナ素子として形成されることを特徴とする第13の態様に従うレーダ装置(50)が提供される。
- [0051] また、前記目的を達成するために、本発明の第19の態様によると、
前記キャビティ及び棒状導体とで共振器を構成し、前記共振器と前記アンテナ素子との構造パラメータを調整して、前記共振器の共振周波数を所望の値に設定することにより、当該円偏波アンテナの利得が所定範囲で低下する周波数特性となるようにしたことを特徴とする第12乃至第18の態様のいずれか一に従うレーダ装置(50)が提供される。
- [0052] また、前記目的を達成するために、本発明の第20の態様によると、
前記構造パラメータは、前記キャビティの内寸 L_w 、前記棒状導体のリム幅 L_r 、前記アンテナ素子の巻数、前記アンテナ素子の基本長 a_0 、前記アンテナ素子の線路幅 W の少なくとも一つを含むことを特徴とする第19の態様に従うレーダ装置(50)が提供される。
- [0053] 以上のように構成される本発明の円偏波アンテナでは、誘電体基板を貫通する金属ポストをアンテナ素子を囲むように並べてキャビティ構造とし、さらに、この金属ポストの先端を並び方向に沿って短絡し、且つアンテナ素子方向に所定距離延びた棒状導体(rim/conducting rim)を設けているので、表面波の発生を抑制でき、アンテナの放射特性を所望の特性にすることができる。
- [0054] また、本発明の円偏波アンテナでは、キャビティの共振現象を利用することにより、アンテナ利得の周波数特性がRR電波放射禁止帯で鋭い落ち込み(ノッチ)を持つようにすることができ、上述したEESSとの電波干渉を低減するのに有効である。
- [0055] さらに、本発明の円偏波アンテナでは、シーケンシャル回転アレー較正、すなわち、複数のアンテナ素子を軸回りに少なくとも2種類の異なる角度で配置し、その複数

のアンテナ素子のうち、配置角が同一の各アンテナ素子間については同相で、配置角が異なる各アンテナ素子間では、互いの主偏波成分が同相で互いの交差偏波成分が逆相となるように励振信号を分配供給することにより、各アンテナ素子の交差偏波成分が相殺され、アンテナ全体として広帯域にわたり良好な円偏波特性と広帯域にわたり良好な反射特性を実現することができる。

図面の簡単な説明

- [0056] [図1]図1は、本発明による円偏波アンテナの第1の実施形態の構成を説明するために示す斜視図である。
- [図2]図2は、本発明による円偏波アンテナの第1の実施形態の構成を説明するために示す正面図である。
- [図3]図3は、本発明による円偏波アンテナの第1の実施形態の構成を説明するために示す背面図である。
- [図4A]図4Aは、図2の4A－4A線拡大断面図である。
- [図4B]図4Bは、図2の変形例における4B－4B線拡大断面図である。
- [図5]図5は、図2の5－5線拡大断面図である。
- [図6A]図6Aは、本発明による円偏波アンテナの第1の実施形態の要部の構成を説明するために示す拡大正面図である。
- [図6B]図6Bは、本発明による円偏波アンテナの第1の実施形態の要部の変形例の構成を説明するために示す拡大正面図である。
- [図7]図7は、本発明による円偏波アンテナの第1の実施形態の要部の変形例の構成を説明するために示す拡大正面図である。
- [図8]図8は、本発明による円偏波アンテナの第1の実施形態の要部の構成を除いたときの特性図である。
- [図9]図9は、本発明による円偏波アンテナの第1の実施形態の要部の構成を用いたときの特性図である。
- [図10]図10は、本発明による円偏波アンテナの第2乃至第6の実施形態が適用されるシーケンシャル回転アレーの原理を説明するために示す図である。
- [図11]図11は、本発明による円偏波アンテナの第2の実施形態が適用されるシーケ

ンシャル回転アレーの構成を説明するために示す正面図である。

[図12]図12は、本発明による円偏波アンテナの第2の実施形態が適用されるシーケンシャル回転アレーの構成を説明するために示す側面図である。

[図13]図13は、本発明による円偏波アンテナの第2の実施形態が適用されるシーケンシャル回転アレーの構成を説明するために示す背面図である。

[図14]図14は、本発明による円偏波アンテナの第3の実施形態が適用されるシーケンシャル回転アレーの構成を説明するために示す正面図である。

[図15]図15は、本発明による円偏波アンテナの第4の実施形態が適用されるシーケンシャル回転アレーの構成を説明するために示す正面図である。

[図16]図16は、本発明による円偏波アンテナの第5の実施形態が適用されるシーケンシャル回転アレーの構成を説明するために示す正面図である。

[図17]図17は、本発明による円偏波アンテナの第6の実施形態が適用されるシーケンシャル回転アレーの構成を説明するために示す正面図である。

[図18A]図18Aは、本発明による円偏波アンテナの第3の実施形態が適用されるシーケンシャル回転アレーの構成において、共振器の共振周波数がRR電波発射禁止帯となるように構成した円偏波アンテナの利得特性を説明するために示す図である。

[図18B]図18Bは、本発明による円偏波アンテナの第3の実施形態が適用されるシーケンシャル回転アレーの構成において、共振器の共振周波数がRR電波発射禁止帯となるように構成した円偏波アンテナの利得特性をさらに詳細に説明するために示す図である。

[図19]図19は、本発明による第7の実施形態が適用されるレーダ装置の構成を説明するために示すブロック図である。

[図20]図20は、本発明による第7の実施形態が適用されるレーダ装置に用いられる円偏波アンテナの構成を説明するために示す正面図である。

[図21]図21は、準ミリ波帯UWBのスペクトラムマスクと望ましい使用周波数帯を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0057] 以下、図面に基づいて本発明の幾つかの実施の形態を説明する。

[0058] (第1実施形態)

図1乃至図5は、本発明を適用した第1実施形態による円偏波アンテナ20の基本構造を示している。

[0059] すなわち、図1は、本発明による円偏波アンテナの第1の実施形態の構成を説明するために示す斜視図である。

[0060] また、図2は、本発明による円偏波アンテナの第1の実施形態の構成を説明するために示す正面図である。

[0061] また、図3は、本発明による円偏波アンテナの第1の実施形態の構成を説明するために示す背面図である。

[0062] また、図4Aは、図2の4A-4A線拡大断面図である。

[0063] また、図4Bは、図2の変形例における4B-4B線拡大断面図である。

[0064] また、図5は、図2の5-5線拡大断面図である。

[0065] 本発明による円偏波アンテナは、基本的には、図1乃至図5に示すように、誘電体基板21と、前記誘電体基板21の一面側に重合される地板導体22と、前記誘電体基板21の反対面に形成された円偏波型のアンテナ素子23と、それぞれの一端側が前記地板導体22に接続され、前記誘電体基板21をその厚さ方向に沿って貫通し、且つそれぞれの他端側が前記誘電体基板21の反対面まで延びて、前記アンテナ素子23を囲むように所定間隔で設けられることにより、キャビティを構成する複数の金属ポスト30と、前記誘電体基板21の反対面側に、前記複数の金属ポスト30の各他端側をその並び方向に沿って短絡し、且つ前記アンテナ素子23方向に所定距離延びて設けられる棒状導体32とを有している。

[0066] この円偏波アンテナ20は、具体的には、低誘電率(3.5前後)を有する材質からなる基板で、例えば、その厚さが1.2mmの誘電体基板21と、その誘電体基板21の一面側(図1、図2で背面側)に設けられた地板導体22と、誘電体基板21の反対面側(図1、図2で前面側)に、例えば、パターン印刷技術によって形成された右巻き矩形スパイラルの不均衡型のアンテナ素子23と、このアンテナ素子23のスパイラル中心側の側端部(給電点)に一端が接続され、誘電体基板21をその厚さ方向に貫通して地板導体22の穴22aを通過する給電ピン(feed pin)25を有している。

- [0067] 上記の誘電体基板21としては、準ミリ波帯で低損失のR04003 (Rogers社)などの材料を用いることができる。
- [0068] この誘電体基板21の材質としては、低損失で誘電率が2～5程度の材料であれば使用可能であり、例えば、ガラスクロステフロン基板や各種熱硬化樹脂基板が候補となる。
- [0069] ここまでに示した構造による円偏波アンテナは、前記非特許文献3の円偏波アンテナとほぼ同等であり、不平衡型の給電線、例えば、同軸ケーブルや、地板導体22をアースラインとするコプレーナ線路あるいは後述するマイクロストリップ線路等により給電ピン25の他端側から給電することにより、アンテナ素子23から左回り円偏波 (right hand circular polarization: RHCP) の電波を放射することができる。
- [0070] ただし、これだけの構造のみによる円偏波アンテナでは、前記したように、誘電体基板21の表面に沿った表面波が励振されるため、その表面波の影響によって円偏波アンテナとして所望の特性が得られない。
- [0071] そこで、この実施形態の円偏波アンテナ20では、上記構造に加えて、図4A、図5に示しているように、一端側が地板導体22に接続され、誘電体基板21を貫通して、他端側が誘電体基板21の反対面まで延びた、例えば、円柱状の金属ポスト30を、アンテナ素子23を囲むように所定間隔で設けることによって形成される、キャビティ構造を採用している。
- [0072] さらに、この実施形態の円偏波アンテナ20では、上記キャビティ構造に加えて、誘電体基板21の反対面側に、各金属ポスト30の他端側をその並び方向に沿って順次短絡し、且つ各金属ポスト30との接続位置からアンテナ素子23方向に所定距離延びた棒状導体32を設けている。
- [0073] そして、この実施形態の円偏波アンテナ20では、このキャビティ構造と、棒状導体32との相乗効果によって、表面波を抑圧することができるようにしている。
- [0074] なお、複数の金属ポスト30は、図4Bに示すように、誘電体基板21を貫通する複数の穴301を形成し、この複数の穴301の内壁にメッキ加工 (スルーホールメッキ) することによって複数の中空状の金属ポスト30' として実現することもできる。
- [0075] この場合、スルーホールメッキによる複数の中空状の金属ポスト30' の下端部は、

誘電体基板21の一端側にパターン印刷技術によって形成されるランド302を介して地板導体22に接続されるようになされている。

- [0076] 以下、上記のキャビティ構造と棒状導体32とによる表面波抑圧の効果を説明するために、各部の構造パラメータと、当該構造パラメータを変えて得られた円偏波アンテナ20の特性についてのシミュレーション結果について説明する。
- [0077] 先ず、各部の構造パラメータとなり得る要素について説明する。
- [0078] この円偏波アンテナ20の使用周波数はUWB内の26GHzであり、アンテナ素子23の方形スパイラルは、基本長を a_0 とし、該 a_0 ならびにその任意倍数の長さの線路を90度の角度毎に配置して構成する。
- [0079] このような方形スパイラルの典型的な例を図6Aに示す。すなわち、この例では、素子幅 W を0.25mm、基本長 a_0 を0.45mmとし、以下、90度の角度毎に $2a_0$ 、 $2a_0$ 、 $3a_0$ 、 $3a_0$ 、 $4a_0$ 、 $4a_0$ の線路長とし、最終線路長を $3a_0$ とし、全体で9巻き(nine-turn spiral)の方形スパイラルとしている。
- [0080] また、図6Bに示す方形スパイラルは、図6Aにおける基本長 a_0 よりも長くした基本長 a_0' とし、巻数を減らした場合である。
- [0081] この例では、素子幅 W を0.25mm、基本長 a_0' を0.7mmとし、以下、90度の角度毎に $2a_0'$ 、 $2a_0'$ 、 $3a_0'$ 、 $3a_0'$ 、 $4a_0'$ の線路長とし、最終線路長を約 $1.5a_0'$ とし、全体で8巻き(eight-turn spiral)の方形スパイラルとしている。
- [0082] この場合、最終線路長は、円偏波の軸比(axial ratio)や反射特性を最適化するように約 $1.5a_0'$ に選んである。
- [0083] なお、以下の説明および実施形態では、円偏波アンテナ20に採用すべきとしてアンテナ素子23として方形スパイラルの例を示している。
- [0084] しかるに、図7に示すように、円偏波アンテナ20に採用すべきとしてアンテナ素子23としては、方形スパイラルに代えて、円形スパイラルのアンテナ素子23を用いることもできる。
- [0085] この図7に示す円形スパイラルのアンテナ素子23は、例えば、基準点からの半径初期値 $SR=0.2$ mm、素子幅 $W=0.35$ mm、スパイラル間隔 $d=0.2$ mm、巻き数2.125の円形スパイラルによるアンテナ素子23の場合であり、このような円形スパイラル

によるアンテナ素子23を円偏波アンテナ20に用いた場合でも、上述した方形スパイラルのアンテナ素子23を用いた場合とほぼ同等の結果が得られている。

- [0086] また、誘電体基板21の外形はアンテナ素子23のスパイラル中心を中心とする正方形で、図2に示すように、その一辺の長さを L （以下、外形長と記す）とし、キャビティの外形もこれと同心の正方形としている。
- [0087] また、キャビティは、図4A、Bに示すように、その内寸を L_w とし、さらに、棒状導体32のキャビティ内壁から内側へ延びる距離（以下、リム幅と記す）を L_R とする。
- [0088] また、キャビティを形成する複数の金属ポスト30の直径は、それぞれ、0.3mmであり、各金属ポスト30の間隔は0.9mmである。
- [0089] 図8は、複数の金属ポスト30によるキャビティ及び棒状導体32を設けない場合における垂直面（図1、図2でyz面）の放射特性についてのシミュレーション結果を示している。
- [0090] 図8において、 $F1$ 、 $F1'$ は、外形長 $L=18\text{mm}$ のときの主偏波（左回り偏波left hand circular polarization:LHCP）と交差偏波（右回り偏波(right hand circular polarization:RHCP)）の特性であり、 $F2$ 、 $F2'$ は、外形長 $L=24\text{mm}$ のときの主偏波と交差偏波の特性である。
- [0091] ここで、円偏波アンテナとして要求される放射特性は、主偏波については 0° 方向を中心として対称でブロードな単峰特性であり、交差偏波（完全な円偏波であればゼロである）については、広い角度範囲において主偏波より十分低い放射強度となる必要がある。
- [0092] これに対し、図8の主偏波の特性 $F1$ 、 $F2$ は、ともに非対称で利得に大きな暴れがあり、また、交差偏波についてみれば、 -60° 、 -40° の近傍で主偏波と同等またはそれに近い放射レベルになっていることが判る。
- [0093] このような放射特性の乱れは、前記した表面波の影響によって発生している。
- [0094] 本願発明者らは、当初、この表面波の影響を前記した複数の金属ポスト30によるキャビティ構造の採用で抑圧することができると見込み、その複数の金属ポスト30によるキャビティの大きさを種々変えて行った前記と同様の幾つかの放射特性についてのシミュレーション結果を得ている。

- [0095] しかるに、キャビティ構造の採用だけでは、表面波の影響による放射特性の乱れを抑圧できないことが判明している。
- [0096] そして、キャビティ構造に前記した棒状導体32を設けることによって、表面波の影響による放射特性の乱れをなくすことができることを見い出している。
- [0097] 図9は、複数の金属ポスト30によって内寸 $L_w=9\text{mm}$ のキャビティを設け、さらにリム幅 $L_R=1.2\text{mm}$ の棒状導体32を設けたときの、外形長 $L=18\text{mm}$ 及び $L=24\text{mm}$ にした場合の主偏波の特性 F_3 、 F_4 と交差偏波の特性 $F_{3'}$ 、 $F_{4'}$ についてのシミュレーション結果を示している。
- [0098] この図9から明らかなように、主偏波の特性 F_3 、 F_4 は、 0° 方向を中心として対称でブロードな単峰特性となり、交差偏波の特性 $F_{3'}$ 、 $F_{4'}$ についても、広い角度範囲において主偏波 F_3 、 F_4 より十分低い放射強度で緩慢な変化となっており、前記した円偏波アンテナとして要求される所望の特性が得られていることが判る。
- [0099] また、各部の構造パラメータを変えて行った前記と同様の幾つかの各種の放射特性についてのシミュレーションの結果、棒状導体32が無い場合の放射特性は、誘電体基板21の外形長 L とキャビティ内寸 L_w に対する依存性を示し、概略的な傾向を言えば、外形長 L が大きい($L=24, 18\text{mm}$)場合、キャビティ内寸 L_w が3~10mmまで大きくなるにつれて主偏波特性は3峰形から単峰形に近づくことが判明している。
- [0100] また、誘電体基板21の外形長 L が比較的小さい($L=12\text{mm}$)場合、キャビティ内寸 L_w が3~10mmまで間で大きくなるにつれて主偏波特性は双峰形から単峰形に近づくことが判明している。
- [0101] しかし、いずれの場合でも、交差偏波の暴れが大きく使用角度範囲内いずれかに於いて主偏波成分との差が小さくなり、偏波選択性が低く、上記図9のような所望の特性には至らないことが判明している。
- [0102] なお、リム幅 L_R の1.2mmは、表面波の波長のほぼ $1/4$ に相当している。
- [0103] つまり、このリム幅 $L_R=1.2\text{mm}$ の部分は、その先端側からポスト壁側を見たとき、表面波に対してインピーダンスが無限大となる $\lambda_g/4$ (λ_g は管内波長)の長さの伝送路を形成する。
- [0104] したがって、誘電体基板21の表面に沿った電流が流れないことになり、この電流阻

止作用によって表面波の励振が抑圧され、放射特性の暴れを防いでいることになる。

[0105] よって、円偏波アンテナ20を上記した以外の他の周波数帯に適用する場合には、その周波数に応じてリム幅 L_R を変更設定すればよい。

[0106] (第2実施形態)

上記第1実施形態の円偏波アンテナ20では、UWBレーダ等として必要とされる利得が不足する場合や、ビームを絞る必要がある場合には、上記円偏波アンテナ20をアレー化にすればよい。

[0107] また、円偏波アンテナをアレー化する場合、交差偏波分を抑圧して、アンテナ全体として広帯域な円偏波特性と広帯域な反射特性を実現する、下記の非特許文献5に示すシーケンシャル回転アレーを採用することができる。

非特許文献5: Teshirogi, et al. "Wideband circularly polarized array antenna with sequential rotations and phase shift of elements," Proc. of ISAP '85, 024-3, pp. 117-120, 1985

[0108] シーケンシャル回転アレーとは、同一平面上に複数Nの同一構造のアンテナ素子を配置したアレーアンテナにおいて、各アンテナ素子を放射方向の軸回りに順次 $p \cdot \pi / N$ ラジアンずつ回転して配置すると共に、各アンテナ素子への給電位相をその配置角に応じて $p \cdot \pi / N$ ラジアンずつ偏移したアンテナである。

[0109] ここで、pは、1以上N-1以下の整数である。

[0110] このような構造にすることで、各アンテナ素子の偏波特性が不完全な円偏波(つまり、楕円偏波)の場合であっても、円偏波アンテナ全体としては交差偏波成分が相殺されてほぼ完全な円偏波特性を得ることができる。

[0111] 以下、 $p=1$ 、 $N=2$ の最も簡単な例によってシーケンシャル回転アレーの原理について説明する。

[0112] 図10に示すように、横軸強度 $a+b$ 、縦軸強度 $a-b$ の楕円偏波特性のアンテナ素子の楕円偏波特性A1は、強度 a の左回りの主偏波成分B1(円偏波)と、強度 b の右回りの交差偏波成分C1(円偏波)とが合成されたものと見なせる。

[0113] そして、このアンテナ素子を $\pi/2$ 回転して配置すれば、縦軸強度 $a+b$ 、横軸強度

a-bの縦長の楕円偏波特性A2となり、この縦長楕円偏波特性A2は、強度aの左回りの主偏波成分B2(円偏波)と、強度bの右回りの交差偏波成分C2(円偏波)とが合成されたものと見なせる。

- [0114] ただし、楕円偏波特性A1のアンテナ素子と楕円偏波特性A2のアンテナ素子とに同相給電した場合、両者の偏波方向は、主偏波、交差偏波とも $\pi/2$ ずれている。
- [0115] そこで、楕円偏波特性A1のアンテナ素子への給電位相に対して、楕円偏波特性A2のアンテナ素子への給電位相を $\pi/2$ だけ遅延させると、楕円偏波特性A2のアンテナ素子の主偏波成分B2' は、楕円偏波特性A1のアンテナ素子の主偏波成分B1と同相となって両者(B2'、B1)が強調合成される。
- [0116] これに対し、楕円偏波特性A2のアンテナ素子の交差偏波成分C2' は、楕円偏波特性A1のアンテナ素子の交差偏波成分C1と逆相で強度が等しいので、相殺される。
- [0117] したがって、アンテナ全体の偏波特性は、左回りの主偏波成分B1、B2' を合成したほぼ完全な円偏波となる。
- [0118] 図11乃至図13は、本発明による円偏波アンテナの第2の実施形態として、上記シーケンシャル回転アレーの原理を用いてアレー化した円偏波アンテナ20' の構成を示している。
- [0119] すなわち、図11は、本発明による円偏波アンテナの第2の実施形態が適用されるシーケンシャル回転アレーの構成を説明するために示す正面図である。
- [0120] また、図12は、本発明による円偏波アンテナの第2の実施形態が適用されるシーケンシャル回転アレーの構成を説明するために示す側面図である。
- [0121] また、図13は、本発明による円偏波アンテナの第2の実施形態が適用されるシーケンシャル回転アレーの構成を説明するために示す背面図である。
- [0122] この第2の実施形態による円偏波アンテナ20' は、縦長矩形の共通の誘電体基板21' 及び地板導体22' に、前記第1の実施形態のアンテナ素子23を、2列4段にアレー化して構成されている。
- [0123] また、この円偏波アンテナ20' の地板導体22' 側には、複数のアンテナ素子に励振信号を分配給電するための給電部40が形成されている。

- [0124] 誘電体基板21'の表面には、前記第1の実施形態と同様に右巻き矩形スパイラルに形成された8つのアンテナ素子23(1)～23(8)が2列4段に設けられている。
- [0125] ここで、右列の4つのアンテナ素子23(1)～23(4)の放射方向に沿った軸回り角度は同一であり、左列の4つのアンテナ素子23(5)～23(8)の放射方向に沿った軸回りの角度も同一である。
- [0126] ここで、左列の4つのアンテナ素子23(5)～23(8)は、右列のアンテナ素子23(1)～23(4)に対して、反時計回りに $\pi/2$ 回転した向きとなっている。
- [0127] また、各アンテナ素子23(1)～23(8)は、前記第1の実施形態と同様に、一端側が地板導体22'に接続されている複数の金属ポスト30を並べて形成したキャビティにより囲まれている。
- [0128] さらに、各アンテナ素子23(1)～23(8)は、各金属ポスト30との接続位置から各アンテナ素子23方向に所定距離(前記したリム幅 L_R 分)延びた棒状導体32'により、各金属ポスト30の他端側をその並び方向に沿って連結している。
- [0129] すなわち、各アンテナ素子23(1)～23(8)は、各アンテナ素子毎に表面波の発生を抑圧可能な構成となされている。
- [0130] なお、この円偏波アンテナ20'のように複数のアンテナ素子23(1)～23(8)を縦横に配列した場合、隣合うアンテナ素子の間のキャビティ及び棒状導体32'を共通化して、全体として格子状に形成することができる。
- [0131] ただし、隣合う2つのアンテナ素子の間に設けられる棒状導体32'は、その両アンテナ素子へ所定距離(前記したリム幅 L_R)延びるように形成される。
- [0132] 各アンテナ素子23(1)～23(8)の給電点に一端側を接続された各給電ピン25(1)～25(8)は、誘電体基板21'を貫通し、地板導体22'の穴22aを非導通に通過し、さらに給電部40を構成する給電用誘電体基板41を貫通してその表面に他端側を突出させている。
- [0133] そして、給電用誘電体基板41の表面には、図13に示しているように、地板導体22'をアースとするマイクロストリップ型の給電ライン42(a)～42(h)及び42(b')～42(h')が形成されている。
- [0134] この給電ライン42(a)～42(h)及び42(b')～42(h')は、図示しない送信部ま

たは受信部に接続される入出力用の給電ライン42aから左右に2分岐された2つの給電ライン42b、42b' と、そのうち左方への延びたライン42bから上下に2分岐された2つのライン42c、42dと、その2つのライン42c、42dからそれぞれ2分岐された4つの給電ライン42e～42hとを有している。

[0135] そして、この4つの給電ライン42e～42hは、図11において右列のアンテナ素子23(1)～23(4)の各給電ピン25(1)～25(4)に接続されている。

[0136] また、入出力用の給電ライン42aから右方に分岐したライン42b' も、左方側とほぼ同様に、上下に2分岐された2つの給電ライン42c'、42d' と、その2つのライン42c'、42d' からそれぞれ2分岐された4つの給電ライン42e'～42h' とを有している。

[0137] そして、この4つの給電ライン42e'～42h' は、図11において左列のアンテナ素子23(5)～23(8)の各給電ピン25(5)～25(8)に接続されている。

[0138] ここで、入出力用の給電ライン42aからみて各給電ピン25(1)～25(4)までの線路長Laは等しく設定され、入出力用の給電ライン42aからみて各給電ピン25(5)～25(8)までの線路長Lbも等しく設定されている。

[0139] しかるに、前記したシーケンシャル回転アレーを構成するために、線路長Lbは、線路長Laに対して、使用周波数(例えば、26GHz)の信号の伝搬(管内)波長 λ_g の1/4相当長だけ短く設定されている。

[0140] なお、図13では、線路長La、Lbの差分をライン42b、42b' の長さを与えているが、他のラインで前記差を与えてもよい。

[0141] このように構成された第2の実施形態による円偏波アンテナ20' では、個々のアンテナ素子23についての偏波特性は、複数の金属ポスト30によるキャビティと棒状導体32' によって表面波の発生が抑圧されて、前述した第1の実施形態と同様に単峰の指向性となる。

[0142] さらに、この第2の実施形態による円偏波アンテナ20' では、アンテナ全体としては、前記したシーケンシャル回転アレーの構成により、右列の4つのアンテナ素子23(1)～23(4)の交差偏波成分と左列の4つのアンテナ素子23(5)～23(8)の交差偏波成分とが相殺され、8つのアンテナ素子23(1)～23(8)の主偏波成分が合成され

て、ほぼ完全な円偏波で高利得となる。

- [0143] また、この第2の実施形態による円偏波アンテナ20' では、アンテナ素子を縦方向に4段設けているので、垂直面のビーム広がりを適度に狭めることができ、UWB帯における使用禁止周波数帯への成分が含まれている場合であっても、問題となる高仰角方向への放射を抑えることができ、使用禁止周波数帯への実質的な妨害を防ぐことができる。
- [0144] 上記のようにアレー化した円偏波アンテナ20' の給電部40は、給電用誘電体基板41上に形成したマイクロストリップ型の給電ライン42によって各アンテナ素子へ励振信号の分配供給を行っているが、コプレーナ線路で給電部を構成することも可能である。
- [0145] この場合、前記同様に給電用誘電体基板41の表面上にコプレーナ線路型の給電ラインを形成する方法と、地板導体22' に直接コプレーナ線路型の給電ラインを形成する方法のいずれであってもよい。
- [0146] 特に、後者の方法では、給電用誘電体基板41を省略できるという利点がある。
- [0147] また、上記第2の実施形態では、縦に一行に並んだ同一回転角の4つのアンテナ素子を一組とし、これと回転角が $\pi/2$ 異なる4つのアンテナ素子を別の一組とし、合計2組のアンテナ素子群でシーケンシャル回転アレーを構成している、
- しかるに、これは、本発明を限定するものではなく、アンテナ素子の数、組数等種々変更することができる。
- [0148] 例えば、縦方向に一行に並んだ4つのアンテナ素子23(1)～23(4)の配置角を順番に $\pi/2$ ずつ回転させ、その横に縦一行に並んだ4つのアンテナ素子23(5)～23(8)の配置角も順番に $\pi/2$ ずつ回転させ、且つ横隣りと $\pi/2$ 異なるようにすることもできる。
- [0149] 以下に、これらの変形例が適用される幾つかの実施の形態について説明する。
- [0150] (第3実施形態)
- 図14は、本発明による円偏波アンテナの第3の実施形態が適用されるシーケンシャル回転アレーの構成を説明するために示す正面図である。
- [0151] 図14に示すように、本発明による円偏波アンテナの第3の実施形態が適用されるシ

一ケンシヤル回転アレー構成の円偏波アンテナ20' は、それぞれ、縦方向に一系列に並んだ左右の4つのアンテナ素子23(1)～23(4)及び23(5)～23(8)による同一構成の2組の2素子シーケンシヤル回転アレーとして構成されている。

[0152] すなわち、図14に示す円偏波アンテナ20' では、アンテナ素子23(1)に対してアンテナ素子23(2)の配置角を $\pi/2$ 回転させ、アンテナ素子23(3)はアンテナ素子23(1)と同一配置角、アンテナ素子23(4)は、アンテナ素子23(2)と同一配置角とする。

[0153] また、その隣の縦一系列に並んだ4つのアンテナ素子23(5)～23(8)についても、2組の2素子シーケンシヤル回転アレーで構成し、且つ横隣りの素子と $\pi/2$ 異なるように配置する。

[0154] (第4実施形態)

図15は、本発明による円偏波アンテナの第4の実施形態が適用されるシーケンシヤル回転アレーの構成を説明するために示す正面図である。

[0155] 図15に示すように、本発明による円偏波アンテナの第4の実施形態が適用されるシーケンシヤル回転アレー構成の円偏波アンテナ20' は、縦方向に一系列に並んだ左右の4つのアンテナ素子23(1)～23(4)の配置角を順番に $\pi/4$ ずつ回転させて配置し、その横に縦一系列に並んだ4つのアンテナ素子23(5)～23(8)の配置角も順番に $\pi/4$ ずつ回転させ、且つ横隣りと $\pi/2$ 異なるように配置されている。

[0156] (第5実施形態)

図16は、本発明による円偏波アンテナの第5の実施形態が適用されるシーケンシヤル回転アレーの構成を説明するために示す正面図である。

[0157] 図16に示すように、本発明による円偏波アンテナの第5の実施形態が適用されるシーケンシヤル回転アレー構成の円偏波アンテナ20' は、縦に一系列に並ぶ4つのアンテナ素子23(1)～23(4)による同一構成の2組の2素子シーケンシヤル回転アレーとして構成されている。

[0158] (第6実施形態)

図17は、本発明による円偏波アンテナの第6の実施形態が適用されるシーケンシヤル回転アレーの構成を説明するために示す正面図である。

- [0159] 図17に示すように、本発明による円偏波アンテナの第6の実施形態が適用されるシーケンシャル回転アレー構成の円偏波アンテナ20''は、縦に一系列に並ぶ4つのアンテナ素子23(1)～23(4)がそれぞれ $\pi/4$ ずつ回転させて配置されている同一構成の2組の2素子シーケンシャル回転アレーとして構成されている。
- [0160] なお、図14乃至図17に示すいずれの円偏波アンテナの場合でも、図10に示すシーケンシャル回転アレーの原理及び図13の給電構成に準じた考え方に基づいて、給電部により、同一配置角の各アンテナ素子間については互いに同相給電し、異なる配置角の各アンテナ間については、その角度差に応じた位相差をもって給電することにより、互いの主偏波成分を同相とし、互いの交差偏波成分を逆相として分配供給することにより、互いの交差偏波成分を相殺して、ほぼ完全な円偏波の特性を得ることができる。
- [0161] また、図14乃至図17に示すいずれの円偏波アンテナの場合でも、水平方向のビーム幅を狭くするためには、横方向に3列以上の配置とすればよい。
- [0162] ところで、本発明の円偏波アンテナは、誘電体基板21に、複数の金属ポスト30によるキャビティと棒状導体32を設けることによって共振器を構成し、この共振器を円偏波アンテナ素子23で励振していると考えることができる。
- [0163] 本発明の円偏波アンテナは、共振器を構成しているので、共振周波数が存在し、その共振周波数では円偏波アンテナの入力インピーダンスが非常に大きくなり、放射をしなくなる。
- [0164] この場合、共振器の共振周波数は、前記共振器と円偏波のアンテナ素子の構造パラメータで決まる。
- [0165] この構造パラメータは、前述したように、キャビティの内寸 L_w 、リム幅 L_R のほか、素子アンテナの巻数、素子の基本長 a_0 、線路幅 W などである。
- [0166] したがって、アンテナ利得の周波数特性は、前記共振周波数付近で急激に深い落ち込み(ノッチ)が生じることになる。
- [0167] この共振周波数を、例えば、前記したRR電波発射禁止帯(23.6～24.0GHz)に一致させることができればこのようなアンテナをUWBレーダの送信アンテナとして用いることにより、地球探査衛星などとの干渉を大幅に低減することができる。

- [0168] 図18Aは、前記のような原理でアンテナ利得に鋭いノッチを持たせることを実証するために、前記図14に示した構成の円偏波アンテナを試作し、その円偏波アンテナ利得の周波数特性を測定した結果を示す図である。
- [0169] 図18Aから明らかなように、24～30GHzにわたって利得が14dBi以上に保たれており、且つ23.2GHz付近にピークから20dB低下した鋭いノッチが生じていることがわかる。
- [0170] ただし、この円偏波アンテナでは、ノッチの周波数がRR電波発射禁止帯(23.6～24.0GHz)に完全に一致していない。
- [0171] 図18Bは、このノッチの周波数がRR電波発射禁止帯に一致するようにリム幅 L_R を調整した円偏波アンテナを新たに試作し、その円偏波アンテナ利得の周波数特性を測定した結果を示す図である。
- [0172] この円偏波アンテナの構成は、主偏波が右旋円偏波(RHCP)、交差偏波が左旋円偏波(LHCP)である。
- [0173] 図18Bから明らかなように、主偏波の利得は周波数が25～29GHzにわたって14dBi以上に保たれ、かつRR電波発射禁止帯にはピーク利得から10dB以上低下したノッチを有していることを確認することができる。
- [0174] このように、本発明による円偏波アンテナでは、共振器またはスパイラル型のアンテナ素子のいずれか一方、あるいは両方の構造パラメータを適切に選択することにより、ノッチが生じる周波数を前記したRR電波発射禁止帯に容易に一致させることができる。
- [0175] そして、本発明による円偏波アンテナは、上記の基本構成に加えて、好ましくは、前記アンテナ素子が、所定の偏波回転方向を有すると共に、スパイラルの中心側端部を有する方形スパイラル型または円形スパイラル型に形成され、前記方形スパイラル型または円形スパイラル型に形成された前記アンテナ素子の前記スパイラルの中心側端部に一端側が接続されて前記誘電体基板及び前記地板導体を貫通して設けられる給電ピン25をさらに前記誘電体基板に形成される前記アンテナ素子と該アンテナ素子の前記スパイラルの中心側端部に一端側が接続される前記給電ピンとがそれぞれ複数組設けられ、前記複数組の各アンテナ素子の前記所定の偏波の回転方向

がそれぞれ同一の偏波の回転方向に形成され、前記キャビティを構成する複数の金属ポスト及び前記棒状導体が前記複数组の各アンテナ素子を囲むように格子状に形成され、前記地板導体側に設けられ、前記複数组の各アンテナ素子に前記複数组の給電ピンを介して励振信号を分配供給するための給電部40をさらに有することを特徴としている。

[0176] また、本発明による円偏波アンテナは、上記の基本構成に加えて、好ましくは、前記給電部は、前記地板導体を挟んで前記誘電体基板の反対側に設けられた給電用誘電体基板41と、前記給電用誘電体基板の表面に形成されたマイクロストリップ型の給電ライン42とにより構成されていることを特徴としている。

[0177] また、本発明による円偏波アンテナは、上記の基本構成に加えて、好ましくは、前記複数组の各アンテナ素子は、前記誘電体基板の反対面に直交する軸回りにそれぞれ同一の配置角及び互いに異なる配置角との少なくとも2種類の異なる配置角を有して形成されており、前記給電部は、前記複数组の各アンテナ素子のうち、前記配置角が同一の各アンテナ素子間では、前記励振信号を同相で分配供給すると共に、前記配置角が異なるアンテナ素子間では、前記励振信号を互いの主偏波成分が同相で且つ交差偏波成分が逆相で分配供給することを特徴としている。

[0178] また、本発明による円偏波アンテナは、上記の基本構成に加えて、好ましくは、前記方形スパイラル型に形成される前記アンテナ素子は、所定の素子幅 W で基本長を a_0 とし、該 a_0 並びに a_0 の整数倍の長さの線路を90度の角度毎に配置して構成する方形スパイラル状に接続される所定の巻き数の方形スパイラル型のアンテナ素子として形成されることを特徴としている。

[0179] また、本発明による円偏波アンテナは、上記の基本構成に加えて、好ましくは、前記円形スパイラル型に形成される前記アンテナ素子は、所定の素子幅 W 及び所定のスパイラル間隔 d で且つ基準点からの所定の半径初期値 SR で円形スパイラル状に接続される所定の巻き数を有する円形スパイラル型のアンテナ素子として形成されることを特徴としている。

[0180] また、本発明による円偏波アンテナは、上記の基本構成に加えて、好ましくは、前記キャビティ及び棒状導体とで共振器を構成し、前記共振器と前記アンテナ素子と

の構造パラメータを調整して、前記共振器の共振周波数を所望の値に設定することにより、当該円偏波アンテナの利得が所定範囲で低下する周波数特性となるようにしたことを特徴としている。

[0181] また、本発明による円偏波アンテナは、上記の基本構成に加えて、好ましくは、前記構造パラメータは、前記キャビティの内寸 L_w 、前記棒状導体のリム幅 L_R 、前記アンテナ素子の巻数、前記アンテナ素子の基本長 a_0 、前記アンテナ素子の線路幅 W の少なくとも一つを含むことを特徴としている。

[0182] (第7の実施形態)

図19は、本発明による第7の実施形態が適用されるレーダ装置の構成を説明するために示すブロック図である。

[0183] すなわち、図19は、上記した各実施形態による円偏波アンテナ(20、20'、20")を送信アンテナ51及び受信アンテナ52として使用したUWBのレーダ装置50の構成を示している。

[0184] この図19に示すレーダ装置50は車載用のレーダ装置であり、制御部53によるタイミング制御を受ける送信部54が、キャリア周波数26GHzのパルス波を所定周期で生成して送信アンテナ51から探査対象の空間1へ放射する。

[0185] 空間1の物体1aで反射して戻ってきたパルス波は、受信アンテナ52で受信され、その受信信号が受信部55に入力される。

[0186] この受信部55は、制御部53によるタイミング制御を受けて受信信号の検波処理を行う。

[0187] この検波処理で得られた信号は、解析処理部56に出力され、探査対象の空間1に対する解析処理がなされ、必要であればその解析結果が制御部53に通知される。

[0188] このような構成のレーダ装置50の送信アンテナ51と受信アンテナ52として、前記した各実施の形態による円偏波アンテナ20、20'、20"を用いることができる。

[0189] しかるに、車載用とする場合、送信アンテナ51と受信アンテナ52を一体的に形成することが望ましい。

[0190] また、円偏波の電波は、反射によって偏波回転方向が逆転する性質を有しているので、送信アンテナと受信アンテナの偏波回転方向を逆にすることで、2次反射成分

(より厳密に言えば偶数次反射成分)を抑圧して、1次反射成分(より厳密に言えば奇数次反射成分)に対する選択性を高くできる。

- [0191] その結果、2次反射によって生じる偽像を低減させることができるようになる。
- [0192] 図20は、上記の点を考慮した円偏波アンテナ60であり、構造的には前記した図14の円偏波アンテナ20'と同構成の送信アンテナ51と受信アンテナ52とを、横長の共通の誘電体基板21"の左右に設けたものである。
- [0193] すなわち、図20は、本発明による第7の実施形態が適用されるレーダ装置に用いられる円偏波アンテナの構成を説明するために示す正面図である。
- [0194] ただし、左側の送信アンテナ51の各アンテナ素子23(1)～23(8)は右巻き(左回り偏波)で、右側の受信アンテナ52のアンテナ素子23(1)'～23(8)'は、左巻き(右回り偏波)に構成している。
- [0195] この円偏波アンテナ60に設けられている送信アンテナ51及び受信アンテナ52は、前述したように、前記したように、複数の金属ポスト30によるキャビティ構造と棒状導体32'で各アンテナ素子23を囲っており、表面波の影響がないため、広帯域で、かつRR電波発射禁止帯への放射を抑圧する利得特性を有している。
- [0196] しかも、図17に示す送信アンテナ51及び受信アンテナ52の給電部(図示せず)は、それぞれ前記した図14に示したシーケンシャル回転アレー構造としているので、交差偏波成分が相殺されてほぼ完全な円偏波特性となり、送信アンテナ51から探査空間へ放射された左回りの円偏波に対する1次反射波を高感度に受信することができる。
- [0197] ところで、このように送信アンテナ51と受信アンテナ52を近づけて形成した場合、送信アンテナ51から放射された電波が受信アンテナ52へ直接入力されることが考えられる。
- [0198] しかるに、送信アンテナ51と受信アンテナ52とも前記したシーケンシャル回転アレー構造によってほぼ完全な円偏波特性を有し、且つその偏波回転方向が逆であるので、直接入力波を大きく減衰することができるので、探査空間の物体を高感度に検出することができる。
- [0199] レーダ装置50の送信アンテナ51及び受信アンテナ52として、前記円偏波アンテナ

ナ20、20''と同等のものを採用してもよい。

[0200] すなわち、本発明によるレーダ装置は、基本的には、レーダパルスを送信アンテナ51を介して空間へ放射する送信部54と、前記空間から戻ってくる前記レーダパルスの反射波を受信アンテナ52を介して受信する受信部55と、前記受信部からの受信出力に基づいて前記空間に存在する物体を探索する解析処理部60と、解析処理部からの出力に基づいて前記送信部及び受信部の少なくとも一方を制御する制御部53とを有し、前記受信アンテナ及び送信アンテナが、所定の偏波回転方向を有する第1の円偏波型のアンテナ素子(23、23')及び前記所定の偏波回転方向と逆方向の偏波回転方向を有する第2の円偏波型のアンテナ素子(23'、23)で構成され、前記第1及び第2の円偏波型のアンテナ素子が、それぞれ、誘電体基板21、21'、21''と、前記誘電体基板の一面側に重合される地板導体22、22'と、前記誘電体基板の反対面に形成された円偏波型のアンテナ素子23、23'と、それぞれの一端側が前記地板導体に接続され、前記誘電体基板をその厚さ方向に沿って貫通し、且つそれぞれの他端側が前記誘電体基板の反対面まで延びて、前記アンテナ素子を囲むように所定間隔で設けられることにより、キャビティを構成する複数の金属ポスト30と、前記誘電体基板の反対面側に、前記複数の金属ポストの各他端側をその並び方向に沿って短絡し、且つ前記アンテナ素子方向に所定距離延びて設けられる棒状導体32、32'とを有し、前記複数の金属ポスト30が、それぞれの一端側が前記地板導体に接続され、前記誘電体基板をその厚さ方向に沿って貫通し、且つそれぞれの他端側が前記誘電体基板の反対面まで延びて、前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子とを分離して囲むように所定間隔で設けられることにより、それぞれ、分離したキャビティを構成し、前記棒状導体32、32'として、それぞれ、前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子とを分離して囲むように所定間隔で設けられる前記複数の金属ポストの各他端側をその並び方向に沿って短絡し、且つ前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子方向に所定距離延びて前記誘電体基板の反対面側に第1の棒状導体32及び第2の棒状導体32'とが設けられていることを特徴としている。

- [0201] また、本発明によるレーダ装置は、上記の基本構成に加えて、好ましくは、前記アンテナ素子が、所定の偏波回転方向を有すると共に、スパイラルの中心側端部を有する方形スパイラル型または円形スパイラル型に形成され、前記方形スパイラル型または円形スパイラル型に形成された前記アンテナ素子の前記スパイラルの中心側端部に一端側が接続されて前記誘電体基板及び前記地板導体を貫通して設けられる給電ピン25をさらに前記誘電体基板に形成される前記アンテナ素子と該アンテナ素子の前記スパイラルの中心側端部に一端側が接続される前記給電ピンとがそれぞれ複数組設けられ、前記複数組の各アンテナ素子の前記所定の偏波の回転方向がそれぞれ同一の偏波の回転方向に形成され、前記キャビティを構成する複数の金属ポスト及び前記棒状導体が前記複数組の各アンテナ素子を囲むように格子状に形成され、前記地板導体側に設けられ、前記複数組の各アンテナ素子に前記複数組の給電ピンを介して励振信号を分配供給するための給電部40をさらに有することを特徴としている。
- [0202] また、本発明によるレーダ装置は、上記の基本構成に加えて、好ましくは、前記給電部は、前記地板導体を挟んで前記誘電体基板の反対側に設けられた給電用誘電体基板41と、前記給電用誘電体基板の表面に形成されたマイクロストリップ型の給電ライン42とにより構成されていることを特徴としている。
- [0203] また、本発明によるレーダ装置は、上記の基本構成に加えて、好ましくは、前記複数組の各アンテナ素子は、前記誘電体基板の反対面に直交する軸回りにそれぞれ同一の配置角及び互いに異なる配置角との少なくとも2種類の異なる配置角を有して形成されており、前記給電部は、前記複数組の各アンテナ素子のうち、前記配置角が同一の各アンテナ素子間では、前記励振信号を同相で分配供給すると共に、前記配置角が異なるアンテナ素子間では、前記励振信号を互いの主偏波成分が同相で且つ交差偏波成分が逆相で分配供給することを特徴としている。
- [0204] また、本発明によるレーダ装置は、上記の基本構成に加えて、好ましくは、前記方形スパイラル型に形成される前記アンテナ素子は、所定の素子幅 W で基本長を a_0 とし、該 a_0 並びに a_0 の整数倍の長さの線路を90度の角度毎に配置して構成する方形スパイラル状に接続される所定の巻き数の方形スパイラル型のアンテナ素子として形

成されることを特徴としている。

[0205] また、本発明によるレーダ装置は、上記の基本構成に加えて、好ましくは、前記円形スパイラル型に形成される前記アンテナ素子は、所定の素子幅 W 及び所定のスパイラル間隔 d で且つ基準点からの所定の半径初期値 SR で円形スパイラル状に接続される所定の巻き数を有する円形スパイラル型のアンテナ素子として形成されることを特徴としている。

[0206] また、本発明によるレーダ装置は、上記の基本構成に加えて、好ましくは、前記キャビティ及び棒状導体とで共振器を構成し、前記共振器と前記アンテナ素子との構造パラメータを調整して、前記共振器の共振周波数を所望の値に設定することにより、当該円偏波アンテナの利得が所定範囲で低下する周波数特性となるように構成したことを特徴としている。

[0207] また、本発明によるレーダ装置は、上記の基本構成に加えて、好ましくは、前記構造パラメータは、前記キャビティの内寸 L_w 、前記棒状導体のリム幅 L_R 、前記アンテナ素子の巻数、前記アンテナ素子の基本長 a_0 、前記アンテナ素子の線路幅 W の少なくとも一つを含むことを特徴としている。

[0208] また、本発明による円偏波アンテナは、上記円偏波アンテナの基本構成に加えて、好ましくは、前記アンテナ素子として、所定の偏波回転方向を有する第1の円偏波型のアンテナ素子23、23'と、前記所定の偏波回転方向と逆方向の偏波回転方向を有する第2の円偏波型のアンテナ素子23'、23とが前記誘電体基板21''に形成され、前記複数の金属ポスト30が、それぞれの一端側が前記地板導体に接続され、前記誘電体基板をその厚さ方向に沿って貫通し、且つそれぞれの他端側が前記誘電体基板の反対面まで延びて、前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子とを分離して囲むように所定間隔で設けられることにより、それぞれ、分離したキャビティを構成し、前記棒状導体として、それぞれ、前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子とを分離して囲むように所定間隔で設けられる前記複数の金属ポストの各他端側をその並び方向に沿って短絡し、且つ前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子方向に所定距離延びて前記誘電体基板の反対面側に第1の棒状導体

及び第2の棒状導体とが設けられることを特徴としている。

- [0209] また、本発明による円偏波アンテナは、上記円偏波アンテナの基本構成に加えて、好ましくは、前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子の一方がレーダ装置50の送信アンテナ51として適用され、他方が前記レーダ装置50の受信アンテナ52として適用されことを特徴としている。

産業上の利用可能性

- [0210] なお、上記第7の実施形態は、本発明による円偏波アンテナをUWBのレーダ装置に用いた例であるが、本発明による円偏波アンテナは、UWBのレーダ装置だけでなく、UWB以外の周波数帯で、各種の通信システムにも適用することが可能である。

請求の範囲

- [1] 誘電体基板と、
前記誘電体基板の一面側に重合される地板導体と、
前記誘電体基板の反対面に形成された円偏波型のアンテナ素子と、
それぞれの一端側が前記地板導体に接続され、前記誘電体基板をその厚さ方向に沿って貫通し、且つそれぞれの他端側が前記誘電体基板の反対面まで延びて、前記アンテナ素子を囲むように所定間隔で設けられることにより、キャビティを構成する複数の金属ポストと、
前記誘電体基板の反対面側に、前記複数の金属ポストの各他端側をその並び方向に沿って短絡し、且つ前記アンテナ素子方向に所定距離延びて設けられる棒状導体とを具備する円偏波アンテナ。
- [2] 前記アンテナ素子が、所定の偏波回転方向を有すると共に、スパイラルの中心側端部を有する方形スパイラル型または円形スパイラル型に形成され、
前記方形スパイラル型または円形スパイラル型に形成された前記アンテナ素子の前記スパイラルの中心側端部に一端側が接続されて前記誘電体基板及び前記地板導体を貫通して設けられる給電ピンをさらに具備することを特徴とする請求項1に記載の円偏波アンテナ。
- [3] 前記誘電体基板に形成される前記アンテナ素子と該アンテナ素子の前記スパイラルの中心側端部に一端側が接続される前記給電ピンとがそれぞれ複数組設けられ、
前記複数組の各アンテナ素子の前記所定の偏波の回転方向がそれぞれ同一の偏波の回転方向に形成され、
前記キャビティを構成する複数の金属ポスト及び前記棒状導体が前記複数組の各アンテナ素子を囲むように格子状に形成され、
前記地板導体側に設けられ、前記複数組の各アンテナ素子に前記複数組の給電ピンを介して励振信号を分配供給するための給電部をさらに具備することを特徴とする請求項2に記載の円偏波アンテナ。
- [4] 前記給電部は、前記地板導体を挟んで前記誘電体基板の反対側に設けられた給電用誘電体基板と、前記給電用誘電体基板の表面に形成されたマイクロストリップ型

の給電ラインとにより構成されていることを特徴とする請求項3に記載の円偏波アンテナ。

- [5] 前記複数组の各アンテナ素子は、前記誘電体基板の反対面に直交する軸回りにそれぞれ同一の配置角及び互いに異なる配置角との少なくとも2種類の異なる配置角を有して形成されており、

前記給電部は、前記複数组の各アンテナ素子のうち、前記配置角が同一の各アンテナ素子間では、前記励振信号を互いに同相で分配供給すると共に、前記配置角が異なる各アンテナ素子間では、前記励振信号を互いの主偏波成分が同相で且つ互いの交差偏波成分が逆相で分配供給することを特徴とする請求項3に記載の円偏波アンテナ。

- [6] 前記方形スパイラル型に形成される前記アンテナ素子は、所定の素子幅 W で基本長を a_0 とし、該 a_0 並びに a_0 の整数倍の長さの線路を90度の角度毎に配置して構成する方形スパイラル状に接続される所定の巻き数の方角スパイラル型のアンテナ素子として形成されることを特徴とする請求項2に記載の円偏波アンテナ。

- [7] 前記円形スパイラル型に形成される前記アンテナ素子は、所定の素子幅 W 及び所定のスパイラル間隔 d で且つ基準点からの所定の半径初期値 SR で円形スパイラル状に接続される所定の巻き数を有する円形スパイラル型のアンテナ素子として形成されることを特徴とする請求項2に記載の円偏波アンテナ。

- [8] 前記アンテナ素子として、所定の偏波回転方向を有する第1の円偏波型のアンテナ素子と、前記所定の偏波回転方向と逆方向の偏波回転方向を有する第2の円偏波型のアンテナ素子とが前記誘電体基板に形成され、

前記複数の金属ポストが、それぞれの一端側が前記地板導体に接続され、前記誘電体基板をその厚さ方向に沿って貫通し、且つそれぞれの他端側が前記誘電体基板の反対面まで延びて、前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子とを分離して囲むように所定間隔で設けられることにより、それぞれ、分離したキャビティを構成し、

前記棒状導体として、それぞれ、前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子とを分離して囲むように所定間隔で設けられる前記複

数の金属ポストの各他端側をその並び方向に沿って短絡し、且つ前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子方向に所定距離延びて前記誘電体基板の反対面側に第1の棒状導体及び第2の棒状導体とが設けられることを特徴とする請求項1に記載の円偏波アンテナ。

- [9] 前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子の一方がレーダ装置の送信アンテナとして適用され、他方が前記レーダ装置の受信アンテナとして適用されることを特徴とする請求項8に記載の円偏波アンテナ。
- [10] 前記キャビティ及び棒状導体とで共振器を構成し、前記共振器と前記アンテナ素子との構造パラメータを調整して、前記共振器の共振周波数を所望の値に設定することにより、当該円偏波アンテナの利得が所定範囲で低下する周波数特性となるようにしたことを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の円偏波アンテナ。
- [11] 前記構造パラメータは、前記キャビティの内寸 L_w 、前記棒状導体のリム幅 L_r 、前記アンテナ素子の巻数、前記アンテナ素子の基本長 a_0 、前記アンテナ素子の線路幅 W の少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項10に記載の円偏波アンテナ。
- [12] レーダパルスを送信アンテナを介して空間へ放射する送信部と、
前記空間から戻ってくる前記レーダパルスの反射波を受信アンテナを介して受信する受信部と、
前記受信部からの受信出力に基づいて前記空間に存在する物体を探索する解析処理部と、
解析処理部からの出力に基づいて前記送信部及び受信部の少なくとも一方を制御する制御部とを具備し、
前記受信アンテナ及び送信アンテナが、所定の偏波回転方向を有する第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記所定の偏波回転方向と逆方向の偏波回転方向を有する第2の円偏波型のアンテナ素子で構成され、第1及び第2の円偏波型のアンテナ素子が、それぞれ、
誘電体基板と、
前記誘電体基板の一面側に重合される地板導体と、
前記誘電体基板の反対面に形成された円偏波型のアンテナ素子と、

それぞれの一端側が前記地板導体に接続され、前記誘電体基板をその厚さ方向に沿って貫通し、且つそれぞれの他端側が前記誘電体基板の反対面まで延びて、前記アンテナ素子を囲むように所定間隔で設けられることにより、キャビティを構成する複数の金属ポストと、

前記誘電体基板の反対面側に、前記複数の金属ポストの各他端側をその並び方向に沿って短絡し、且つ前記アンテナ素子方向に所定距離延びて設けられる棒状導体とを具備し、

前記複数の金属ポストが、それぞれの一端側が前記地板導体に接続され、前記誘電体基板をその厚さ方向に沿って貫通し、且つそれぞれの他端側が前記誘電体基板の反対面まで延びて、前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子とを分離して囲むように所定間隔で設けられることにより、それぞれ、分離したキャビティを構成し、

前記棒状導体として、それぞれ、前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子とを分離して囲むように所定間隔で設けられる前記複数の金属ポストの各他端側をその並び方向に沿って短絡し、且つ前記第1の円偏波型のアンテナ素子及び前記第2の円偏波型のアンテナ素子方向に所定距離延びて前記誘電体基板の反対面側に第1の棒状導体及び第2の棒状導体とが設けられていることを特徴とするレーダ装置。

- [13] 前記アンテナ素子が、所定の偏波回転方向を有すると共に、スパイラルの中心側端部を有する方形スパイラル型または円形スパイラル型に形成され、

前記方形スパイラル型または円形スパイラル型に形成された前記アンテナ素子の前記スパイラルの中心側端部に一端側が接続されて前記誘電体基板及び前記地板導体を貫通して設けられる給電ピンをさらに具備することを特徴とする請求項12に記載のレーダ装置。

- [14] 前記誘電体基板に形成される前記アンテナ素子と該アンテナ素子の前記スパイラルの中心側端部に一端側が接続される前記給電ピンとがそれぞれ複数組設けられ、
前記複数組の各アンテナ素子の前記所定の偏波の回転方向がそれぞれ同一の偏波の回転方向に形成され、

前記キャビティを構成する複数の金属ポスト及び前記棒状導体が前記複数组の各アンテナ素子を囲むように格子状に形成され、

前記地板導体側に設けられ、前記複数组の各アンテナ素子に前記複数组の給電ピンを介して励振信号を分配供給するための給電部をさらに具備することを特徴とする請求項13に記載のレーダ装置。

- [15] 前記給電部は、前記地板導体を挟んで前記誘電体基板の反対側に設けられた給電用誘電体基板と、前記給電用誘電体基板の表面に形成されたマイクロストリップ型の給電ラインとにより構成されていることを特徴とする請求項14に記載のレーダ装置。

- [16] 前記複数组の各アンテナ素子は、前記誘電体基板の反対面に直交する軸回りにそれぞれ同一の配置角及び互いに異なる配置角との少なくとも2種類の異なる配置角を有して形成されており、

前記給電部は、前記複数组の各アンテナ素子のうち、前記配置角が同一の各アンテナ素子間では、前記励振信号を互いに同相で分配供給すると共に、前記配置角が異なる各アンテナ素子間では、前記励振信号を互いの主偏波成分が同相で且つ互いの交差偏波成分が逆相で分配供給することを特徴とする請求項14に記載のレーダ装置。

- [17] 前記方形スパイラル型に形成される前記アンテナ素子は、所定の素子幅 W で基本長を a_0 とし、該 a_0 並びに a_0 の整数倍の長さの線路を90度の角度毎に配置して構成する方形スパイラル状に接続される所定の巻き数の方形スパイラル型のアンテナ素子として形成されることを特徴とする請求項13に記載のレーダ装置。

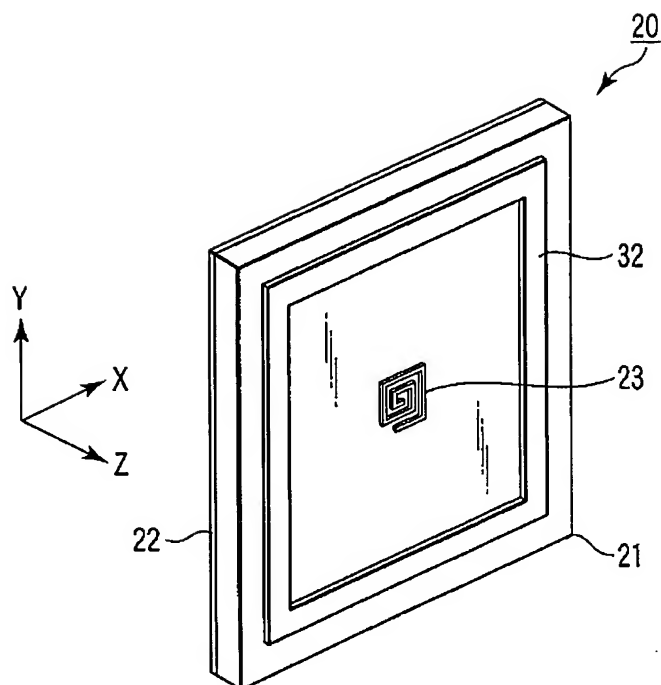
- [18] 前記円形スパイラル型に形成される前記アンテナ素子は、所定の素子幅 W 及び所定のスパイラル間隔 d で且つ基準点からの所定の半径初期値 SR で円形スパイラル状に接続される所定の巻き数を有する円形スパイラル型のアンテナ素子として形成されることを特徴とする請求項13に記載のレーダ装置。

- [19] 前記キャビティ及び棒状導体とで共振器を構成し、前記共振器と前記アンテナ素子との構造パラメータを調整して、前記共振器の共振周波数を所望の値に設定することにより、当該円偏波アンテナの利得が所定範囲で低下する周波数特性となるように

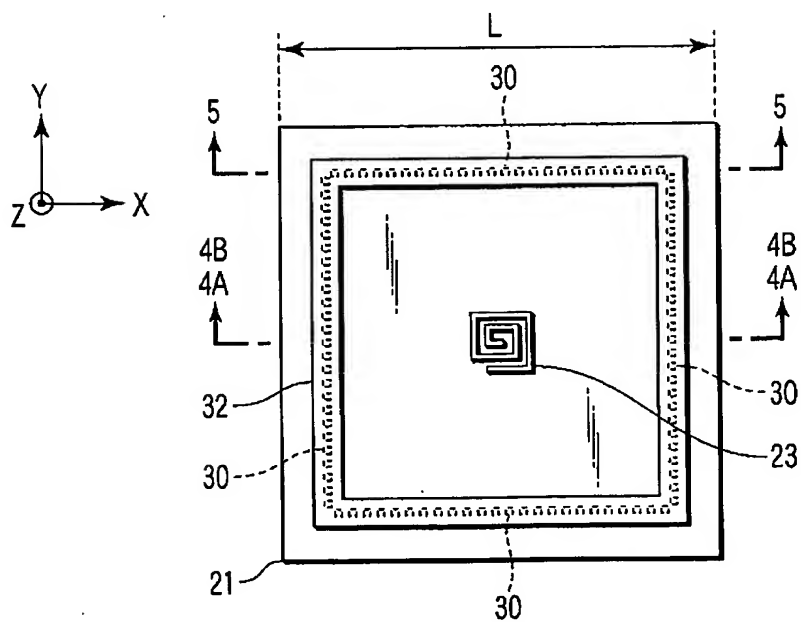
したことを特徴とする請求項12乃至18のいずれかに記載のレーダ装置。

- [20] 前記構造パラメータは、前記キャビティの内寸 L_w 、前記棒状導体のリム幅 L_R 、前記アンテナ素子の巻数、前記アンテナ素子の基本長 a_0 、前記アンテナ素子の線路幅 W の少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項19に記載のレーダ装置。

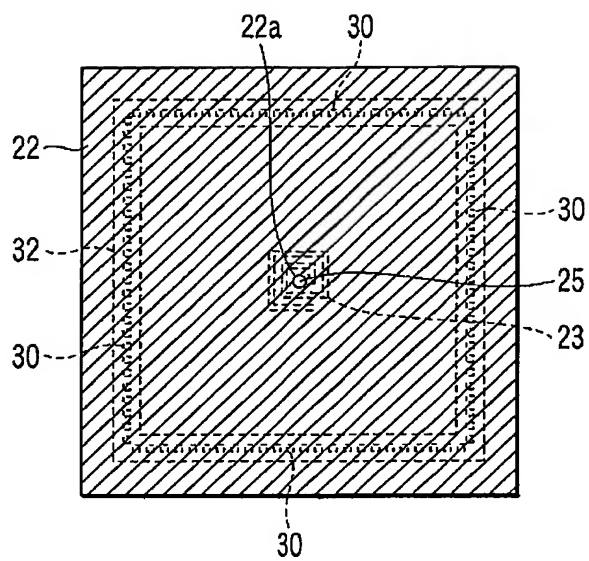
[図1]



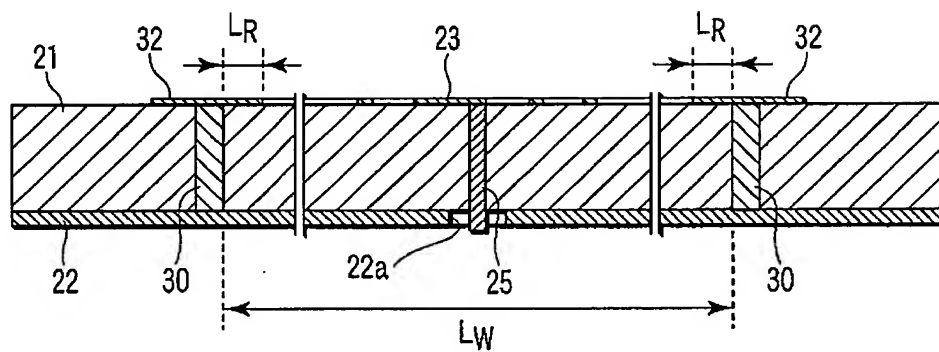
[図2]



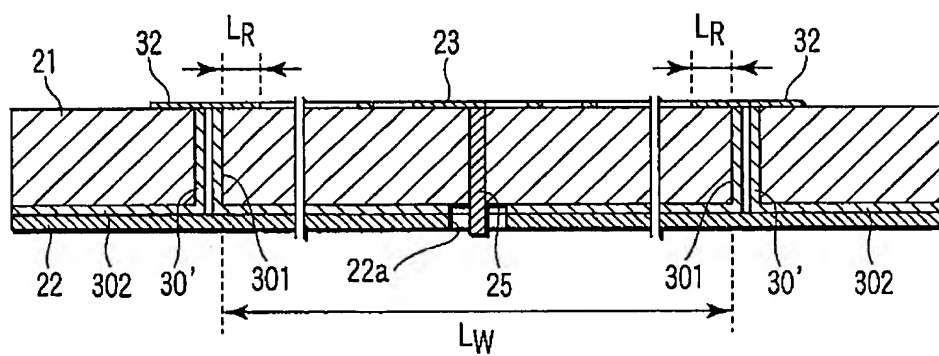
[図3]



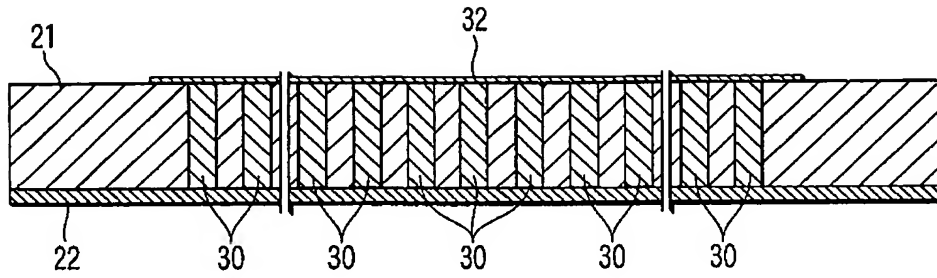
[図4A]



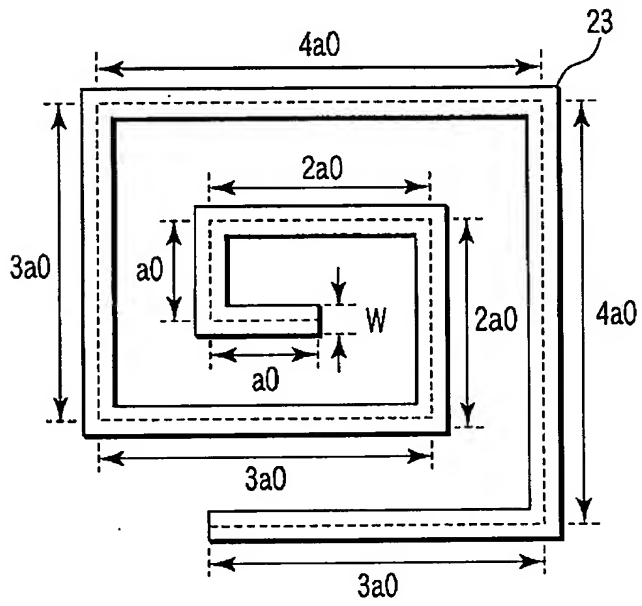
[図4B]



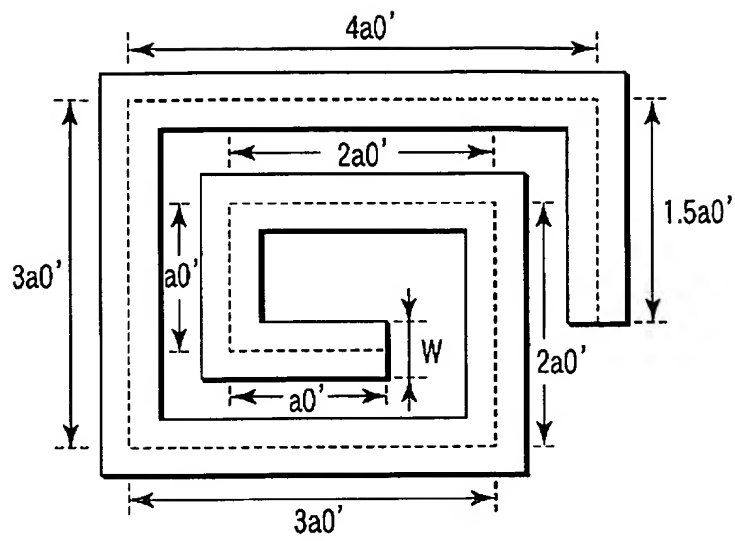
[図5]



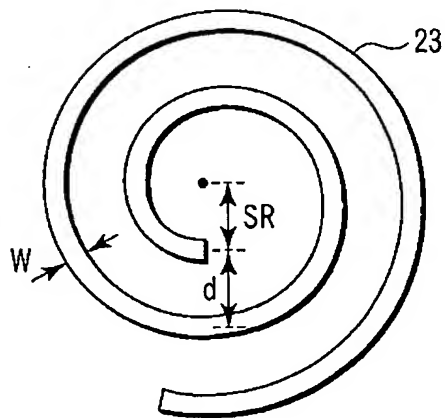
[図6A]



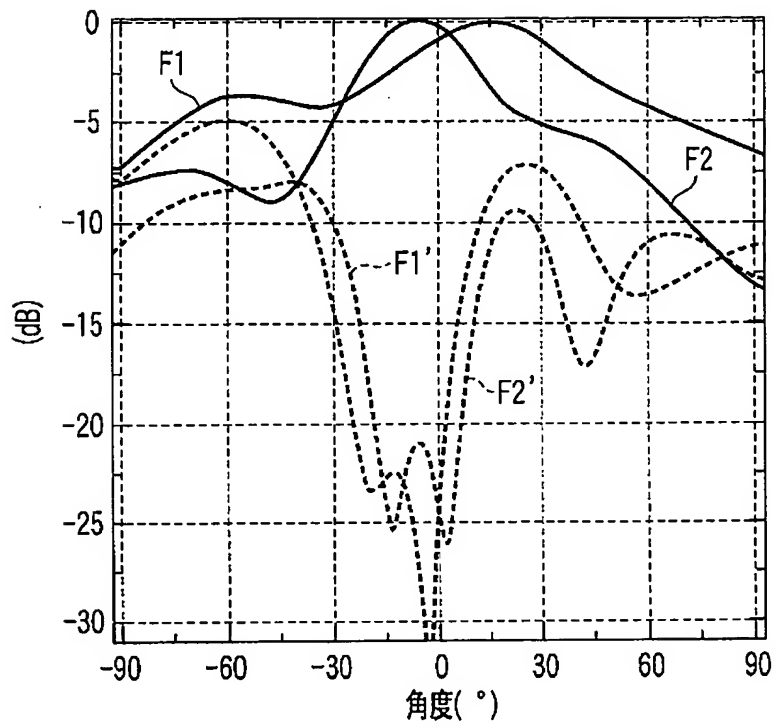
[図6B]



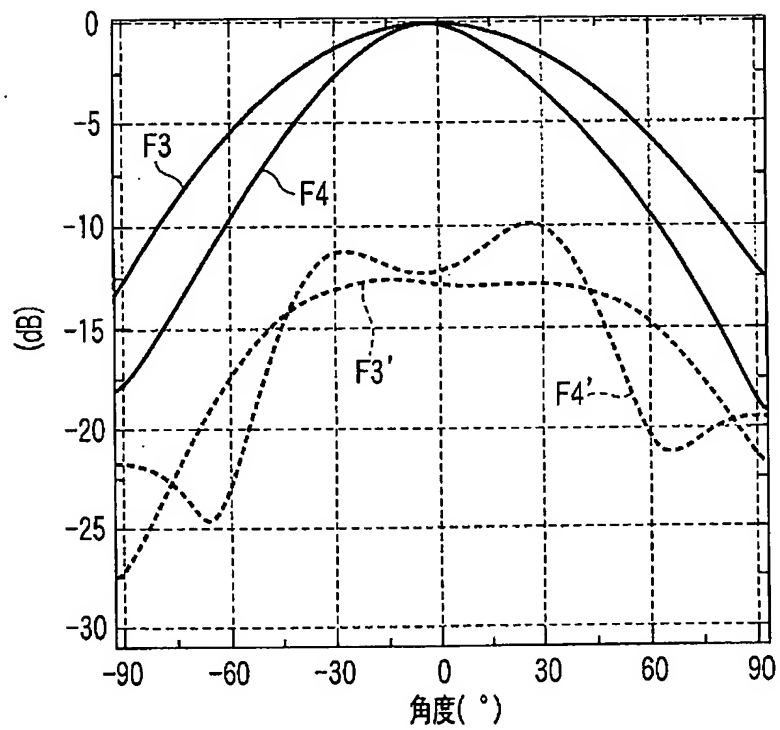
[図7]



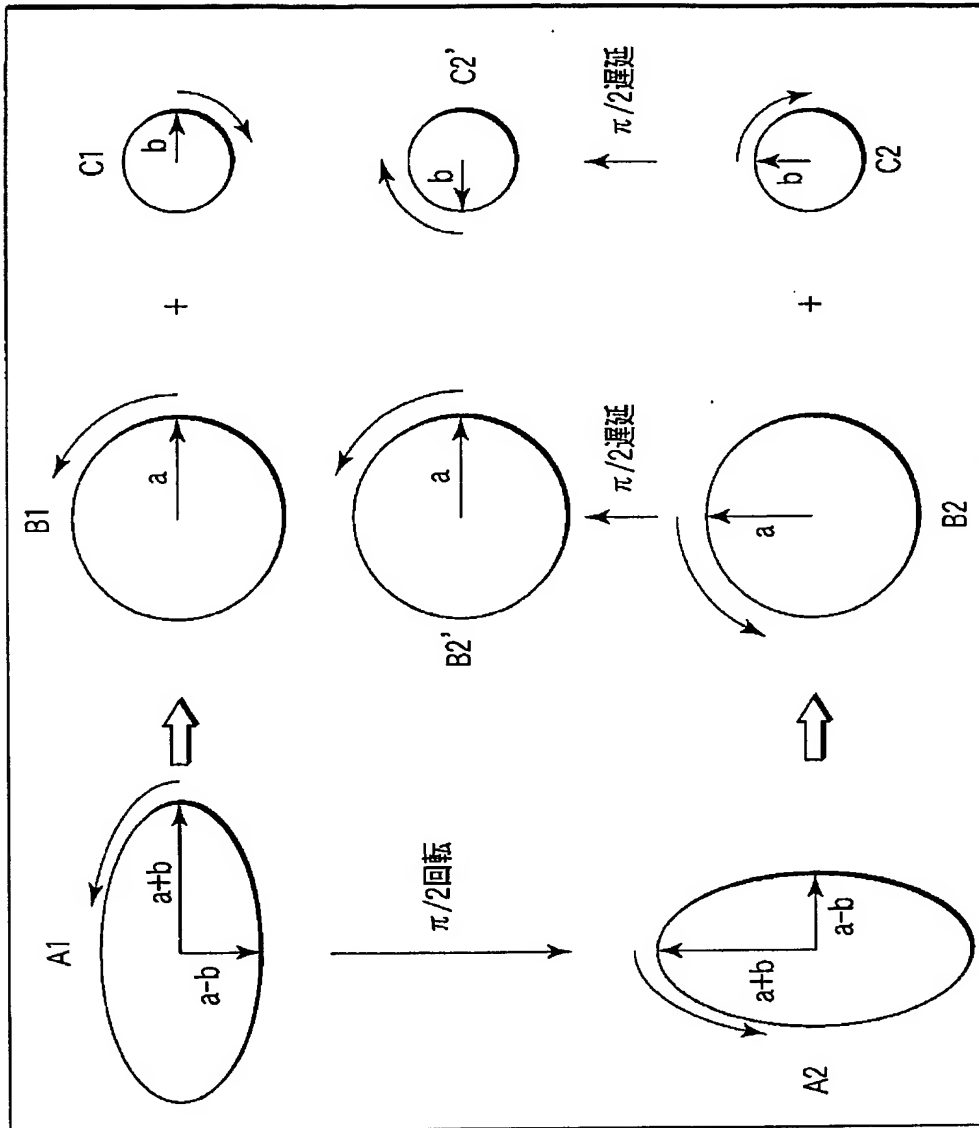
[図8]



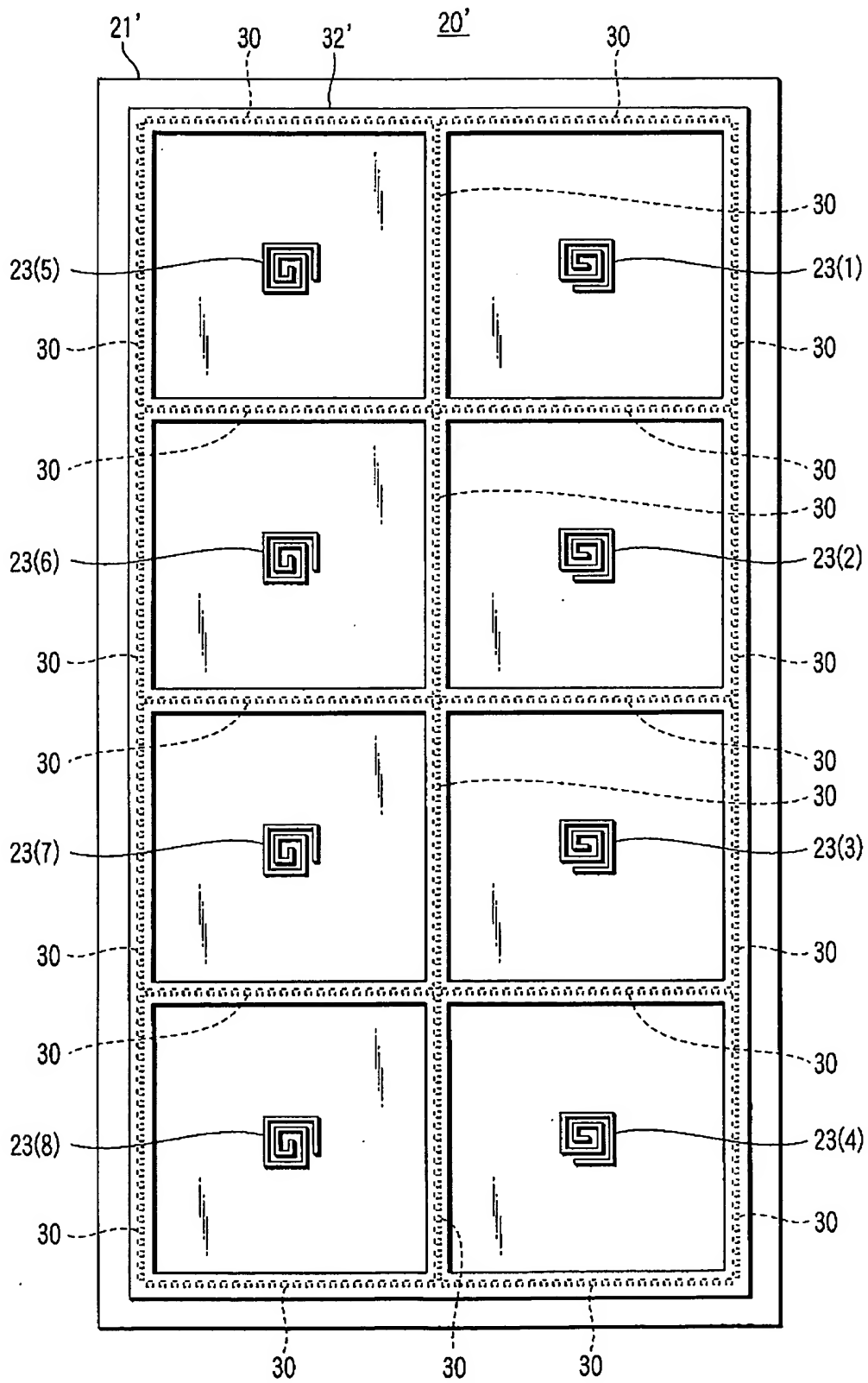
[図9]



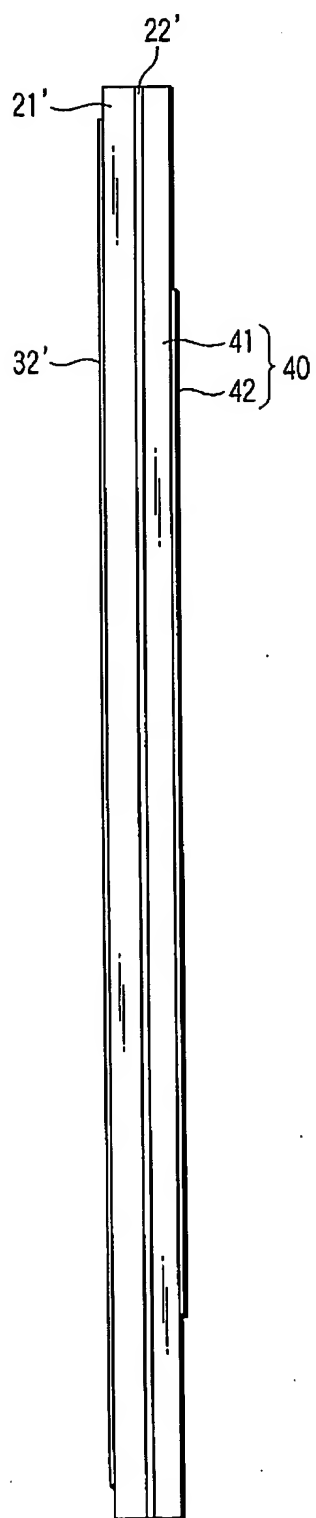
[図10]



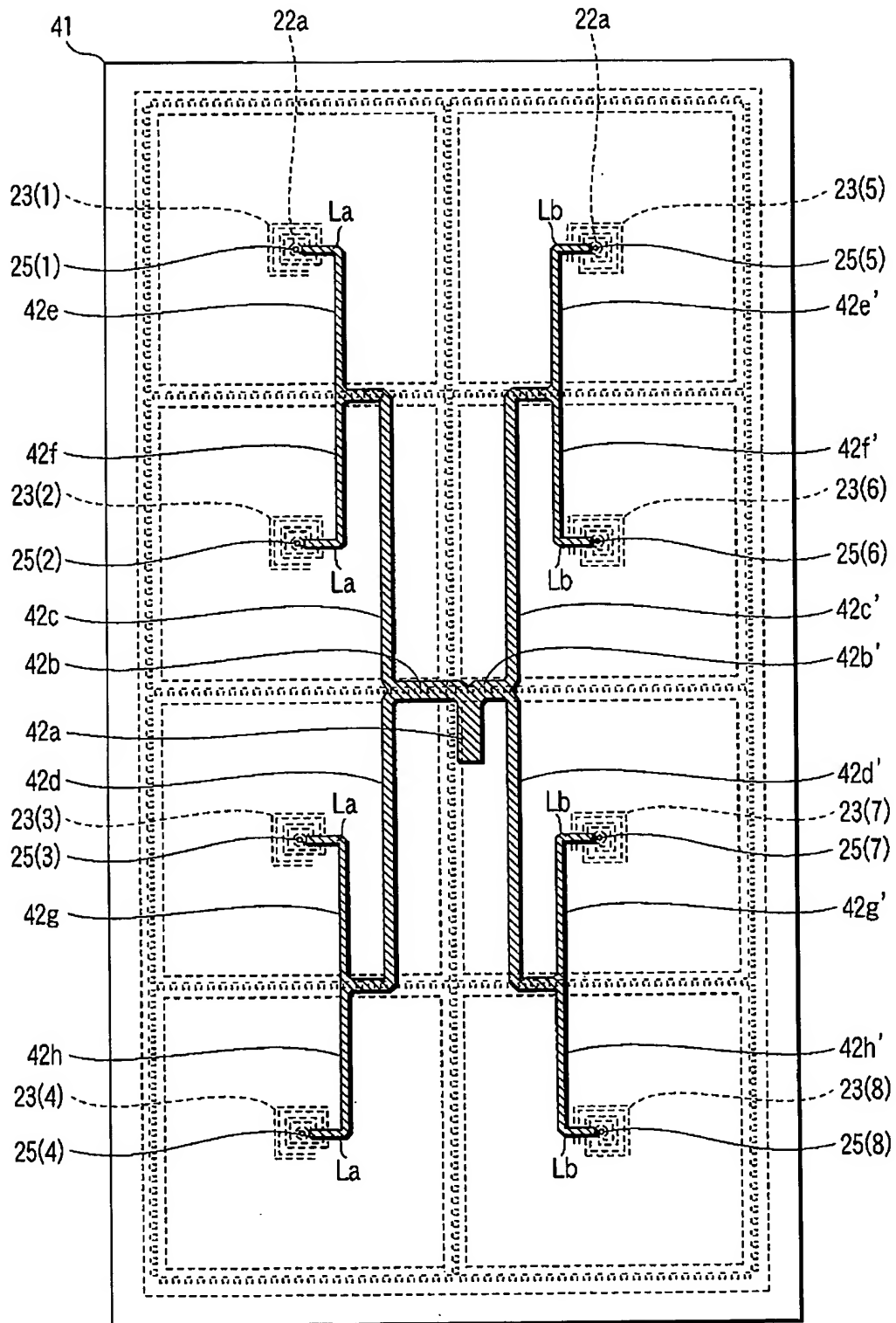
[図11]



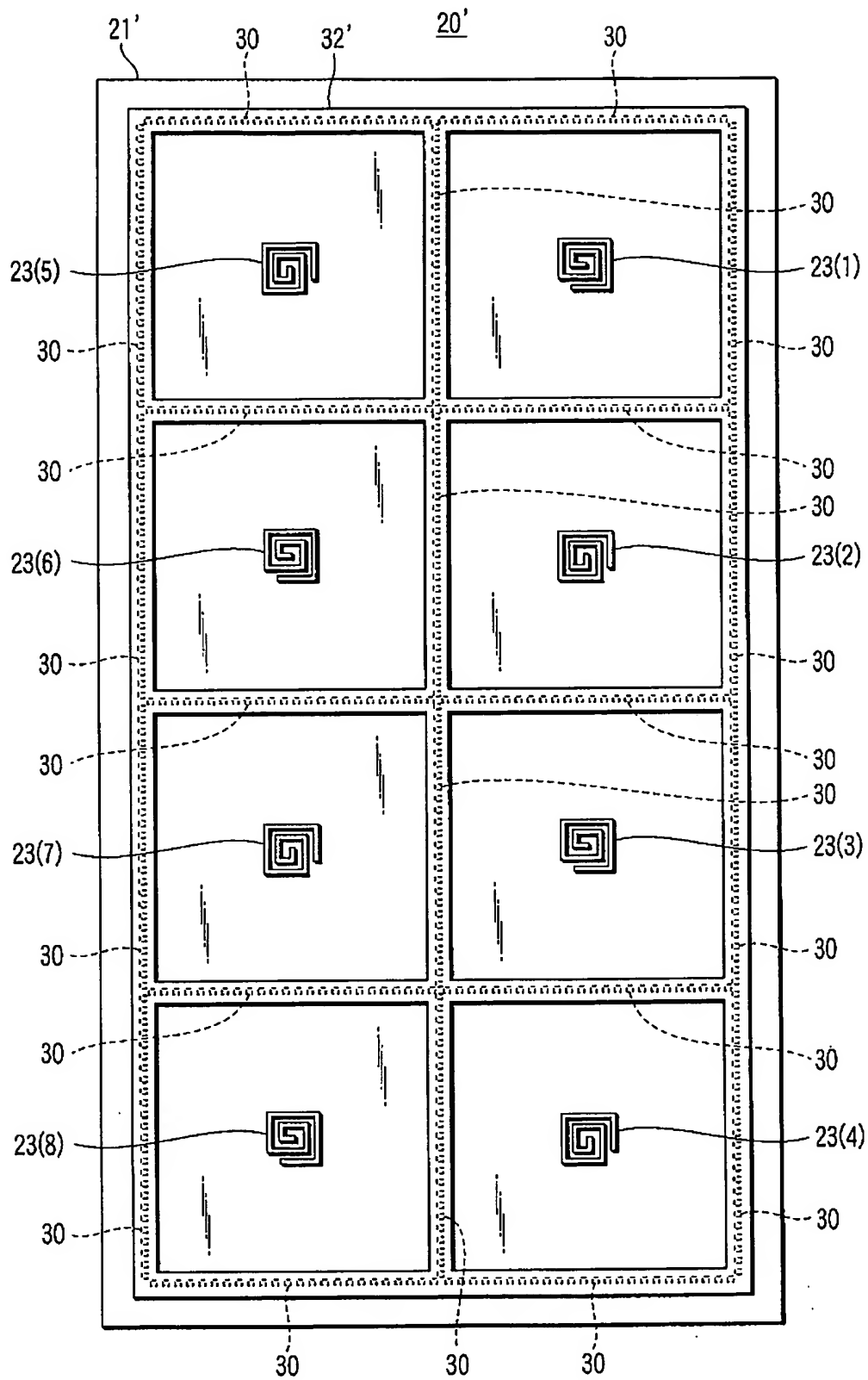
[図12]



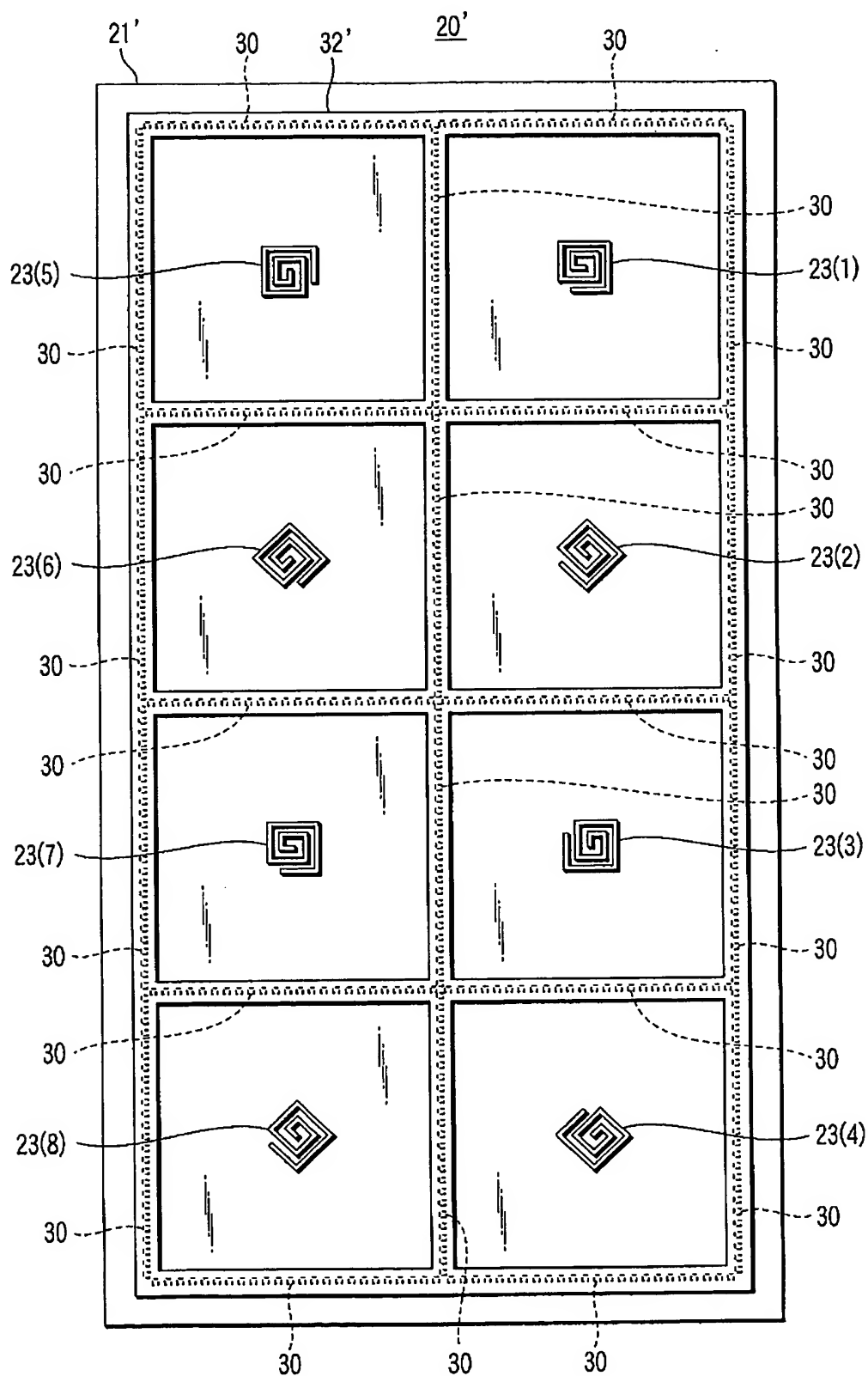
[図13]



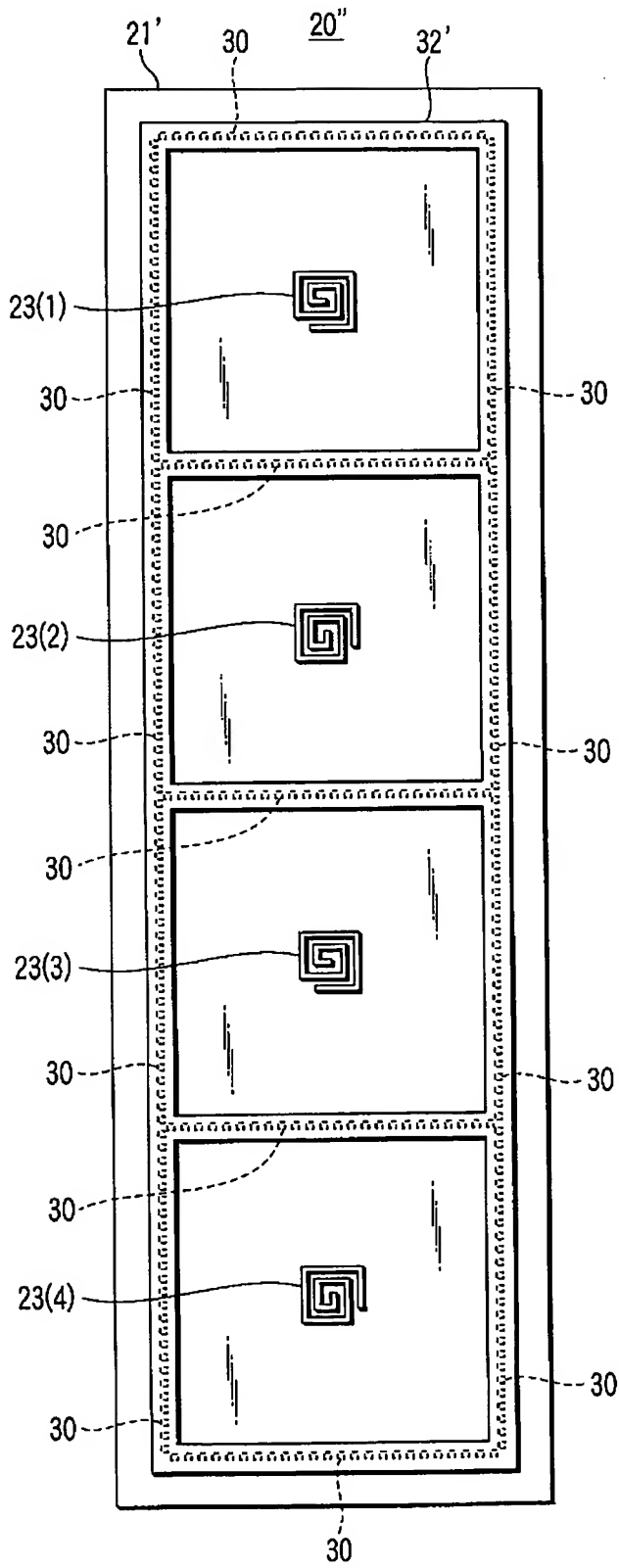
[図14]



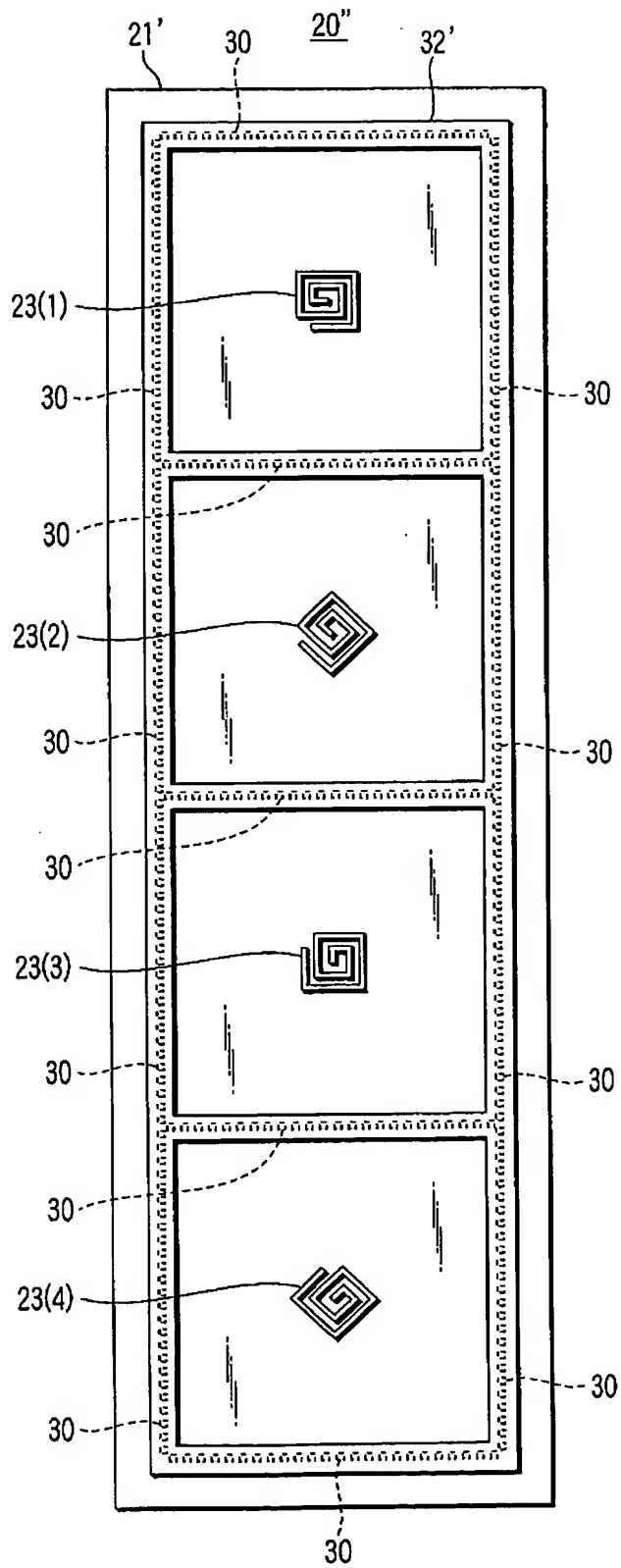
[図15]



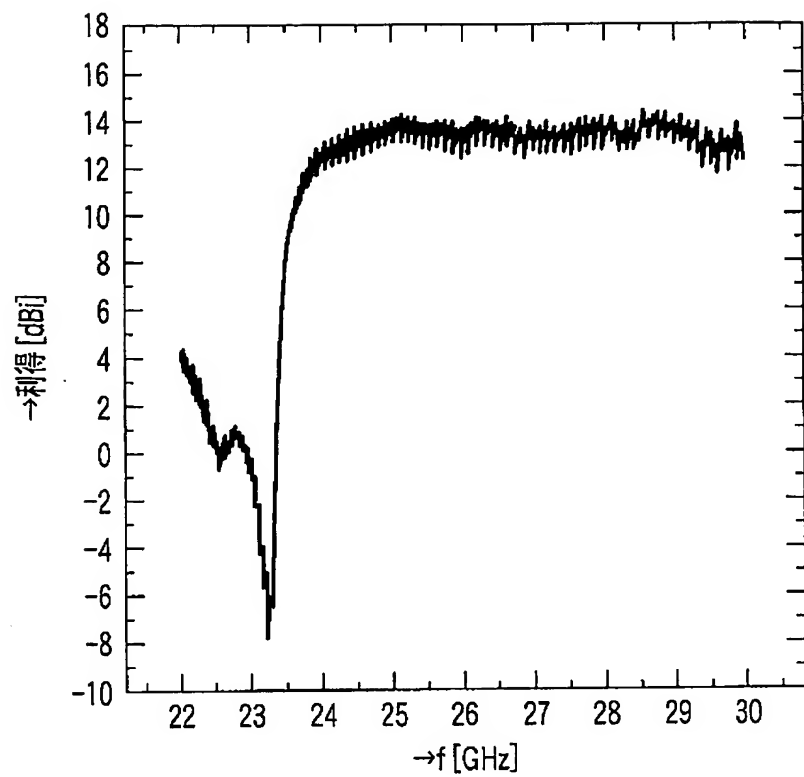
[図16]



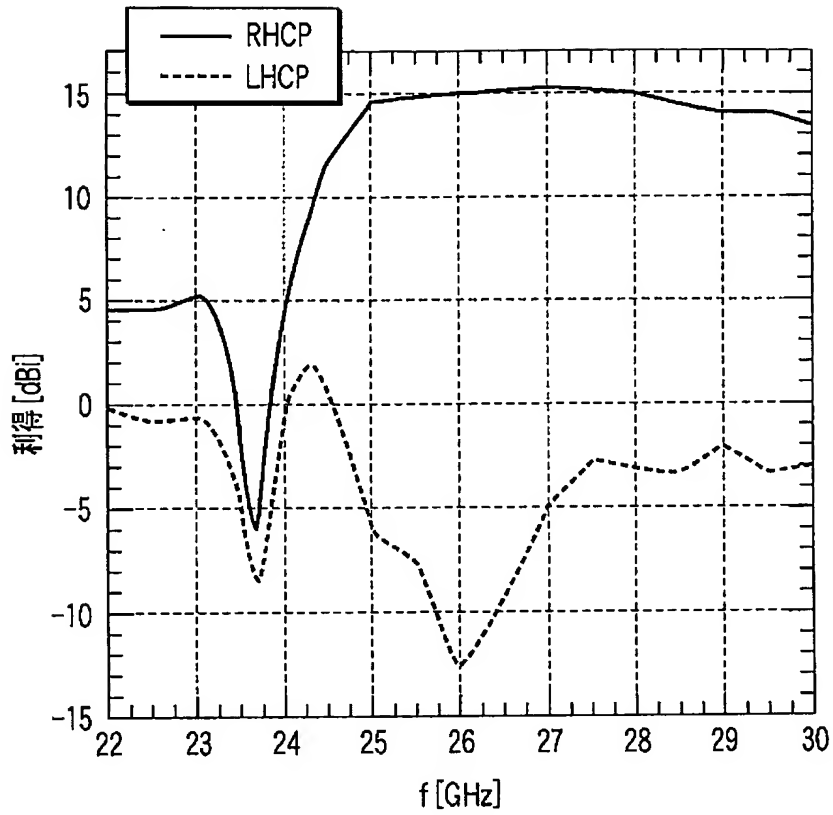
[図17]



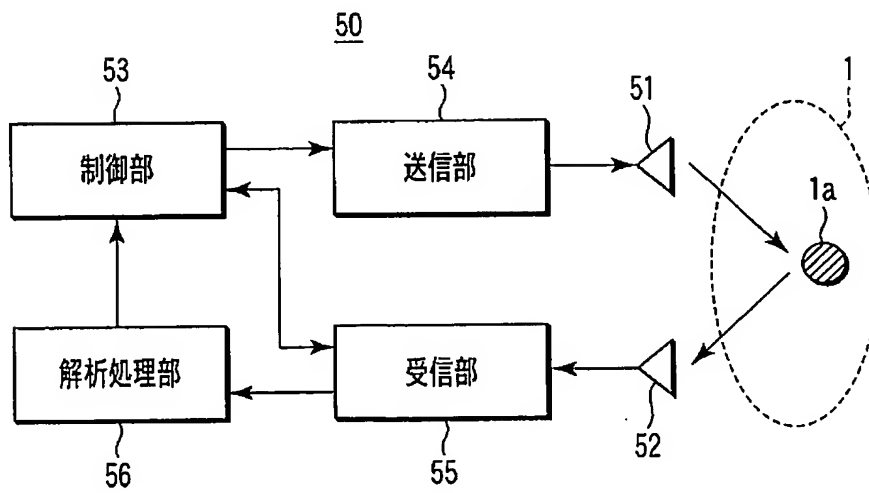
[図18A]



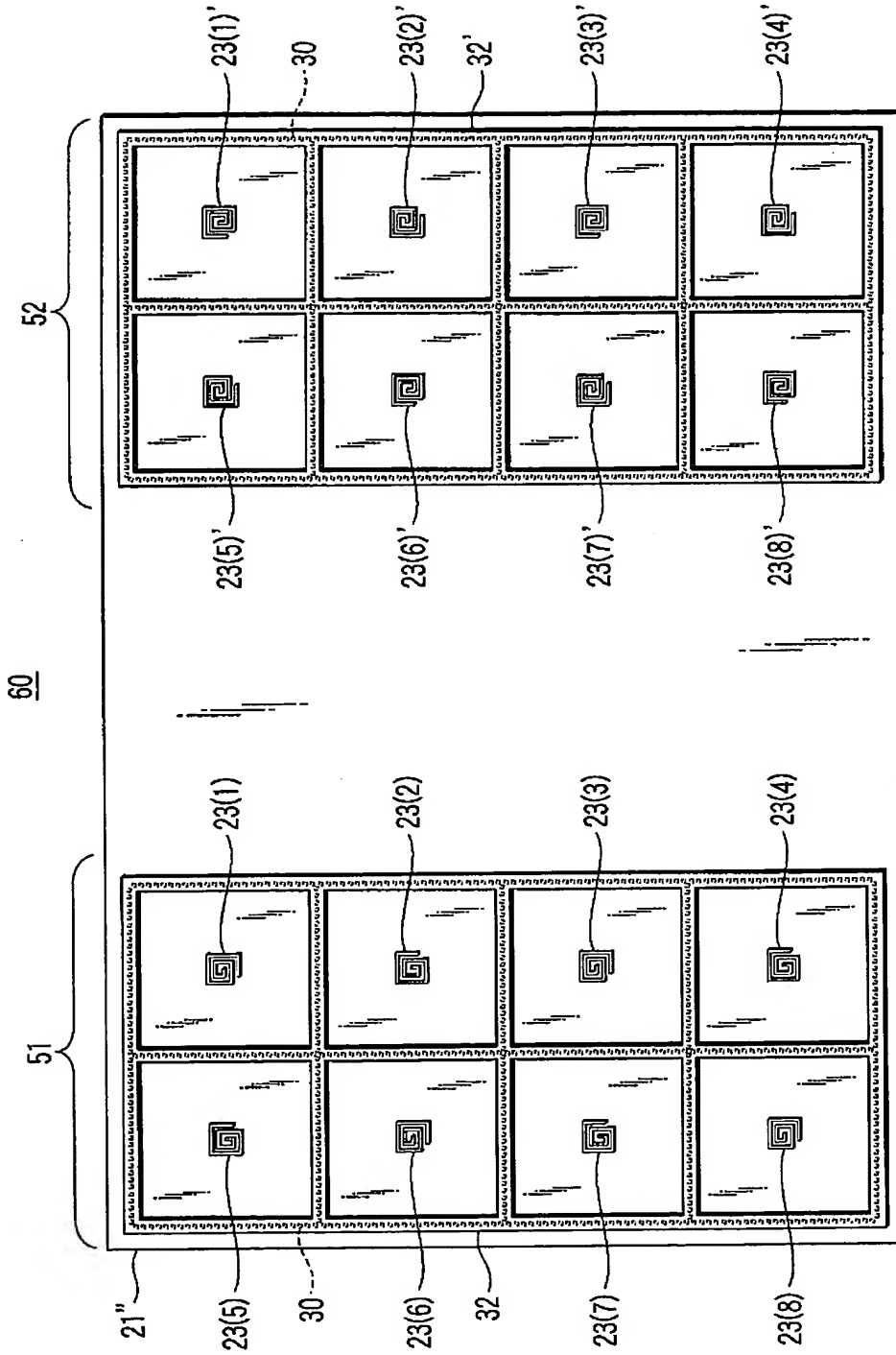
[図18B]



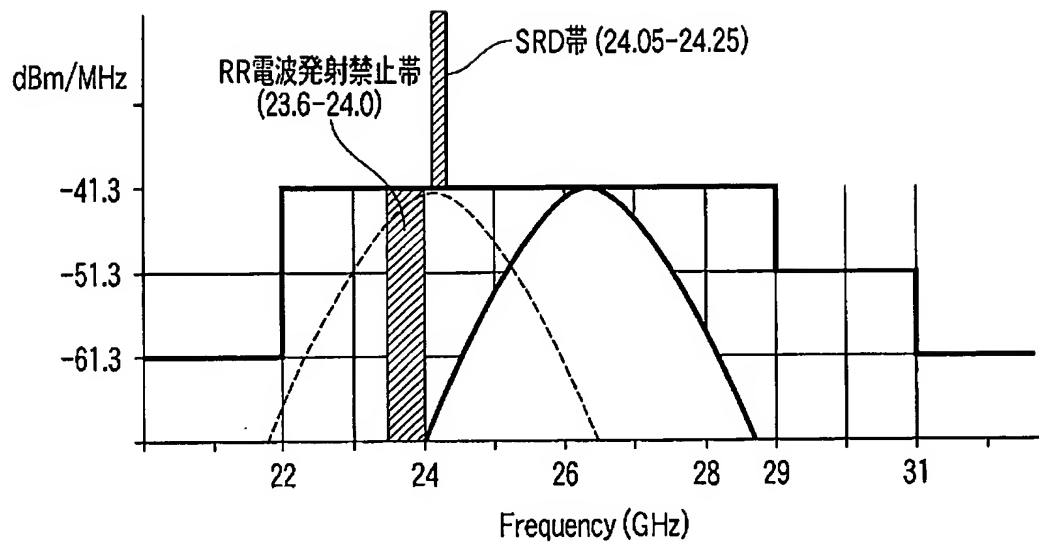
[図19]



[図20]



[図21]



(従来技術)